Dipl. Stat. inž. JONAS ŠIMOLIŪNAS
Vytauto Didžiojo Universiteto
Technikos Fakulteto vyr. mokslo personalo narys,
statybos kurso dėstytojas

STATYBA

II TOMAS

I
Žemės darbai

II
Pamatai (fundamentai), jiems pagrindai, polių kalimo ir betono darbai, izoliacija

V. D. U-TO TECHNIKOS FAKULTETO LEIDINYS
KAUNAS Akc. „Spindulio" B-vės spaustuvė 1939

Įžanga

Statybos kurso **I-me tome — „Statybos medžiagos“** — susipažinta su svarbiausiomis statybos darbams medžiagomis ir jų žymesniais savumais, nepaliečiant metalinių medžiagų statybos konstrukcijoms, kurios yra dėstomos atskiranie kurse. Šiame II-me tome bus išdėstyti žemės darbai, pamatai ir jiems pagrindai, nušviesti medinių, metalinių ir gelžbetoninių polių kalimo darbai, betonavimas ir izoliacija, o toliau III-me tome eis įvairūs statybos darbai ir statybinės konstrukcijos, vartojamos įrengiant pastatams viršum pamatų sienas, padengiant stogus, padarant perdengimus (lubas, grindis) ir laiptus, užpildant sienose angas šviesai įleisti (langus) ir žmonėms praeiti (duris), atliekant įvairius žmogui geriau, gražiau gyventi reikalingus statybinius padailinimus (tinkavimą, dažymą, stiklavimą, išorinį ir išvidinį papuošimą), patenkinant sanitarinius reikalavimus (ventiliacijos, šviesos, apšildymo, vonių, išviečių, naminio vandentiekio ir kanalizacijos, sandėlių, ledainių įrengimus ir kai kuriuos kitus įtaisymus). Tokiu būdu I-me tome buvo Statybos medžiagos, o toliau bus dar šios dalys, taip suskirstytos:

II tomas
- II Žemės darbai,
- III Pamatai (fundamentai), jiems pagrindai, polių kalimo ir betono darbai, izoliacija.

III tomas
- IV Sienos,
- V Stogai,
- VI Durys ir langai,
- VII Lubos ir grindys (perdengimai),
- VIII Laiptai,
- IX Tinkavimas, dažymas ir stiklavimas.

Toliau bus nušviesti dar ir kiti statybinio pobūdžio darbai ir įrengimai ir, kiek aplinkybes leis, kursas bus pavaizduotas tipiškais Lietuvai pastatais.

Autorius

II. Žemės darbai

(Erdarbeiten, земляные работы)

A. Gruntų rūšys ir joms kasti atitinkami įrankiai

Statybininkui, statant bet kokį pastatą, pirmučiausia reikia pastato pamatams atkasti **guolius** (griovius). Čia tenka susidurti su įvairiais gruntais ir darbui pavartoti tuos ar kitus įrankius bei prietaisus.

Jei gruntus smulkiai rūšiuoti, tai gautume daug jų rūšių, turėtume daug keblumo, o praktiškai žemės darbams trobesių statyboje iš to tebūtų mažai naudos. Todėl žemės darbų statybai gruntai gali būti paprastai grupuojami, kaip žemiau nurodoma.

1. Skysti gruntai.

Prie skystų, arba vandeningų, gruntų priskiriami: skystasmėlis, skystokas, arba dribsmėlis (Fliessand, Triebsand, плывун), skystašlynis, maurai (Schlamm, Kleiboden, тин), susidarą iš nuosėdų tvenkiniuose, kūdrose, ežeruose, kanaluose, upėse, upių žiotyse. Skysti gruntai yra kabinami arba semiami įvairaus pavidalo kibirais ar samčiais (kaušais), o kai kada net specialiais greiferiais (Greifer), žemsemėmis (Bagermaschine, землечерпалка), žemsiurbliais (Saugbager, землесос) [1]).

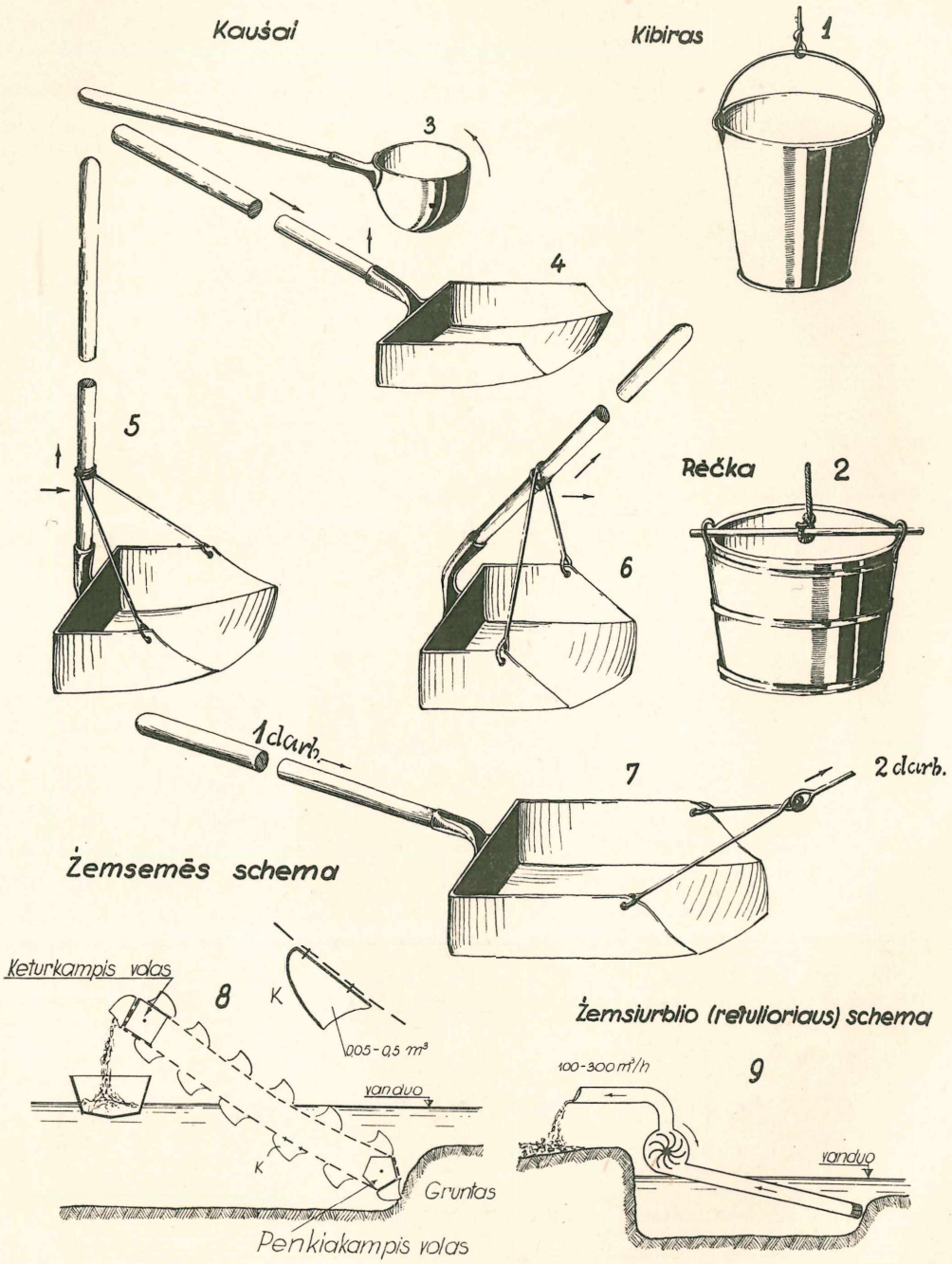
Suminėti įrankiai matomi 625—633 vaizduose (1—9).

Pagal darbo normas, skystų gruntų sėmimas prilyginamas prie kietų gruntų kasimo.

---

[1]) Žemsiurblis, kada gruntą siurbia, varo aukštyn ir horizontaliai tolyn (per 10—100—500—1000 m.), arba refuliuoja, vadinasi refulioriu.

Gruntams semti įrankiai



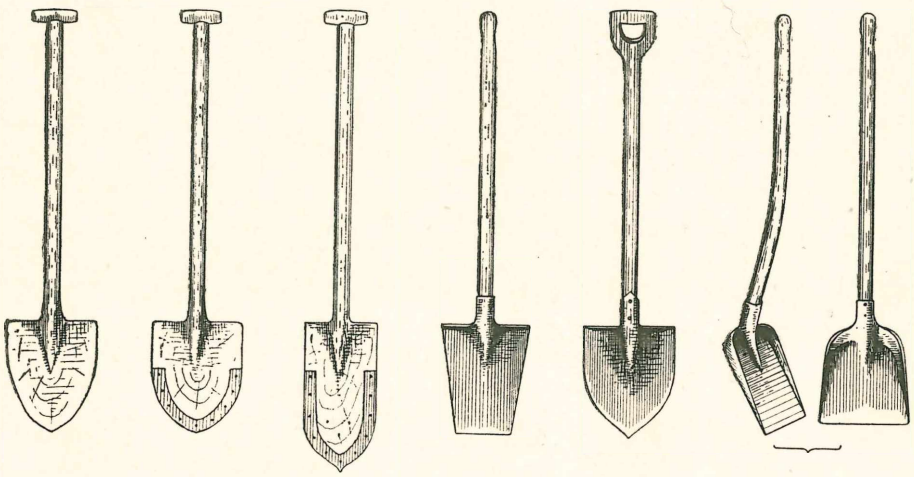
NB. Šio puslapio 1—9 vaizdai pagal bendrą numeraciją sudaro 625—633 vaizdus.

PASTABA. Samčių 3, 4, 5, 6, 7 dugnas ir sienelės būna daromi ir su mažomis skylutėmis, kad vanduo nutekėtų, o gruntas samtyje pasiliktų.

2. Minkšti gruntai.

Prie minkštų gruntų priklauso įvairūs smėliai, juodžemis ir mišrūs purūs gruntai: jiems kasti vartojami kastuvai (Spaat, лопата) ir retkarčiais ekskavatoriai, kurie susideda iš eilės samčių, kaip žemsemė.

Kastuvai



634 vaizd. 635 vaizd. 636 vaizd. 637 vaizd. 638 vaizd. 639 vaizd.

Senoviški kastuvai buvo mediniai (634—636 v.); jų forma buvo įvairi tvirtumo dėliai juos apkaustydavo; kastuvas pagal 636 vaizdą yra lenkų tipo kastuvas, turįs 30—40 cm ilgumą ir 15—20 cm platumą, jo koto storis 3—4 cm, ilgis apie 1 m.

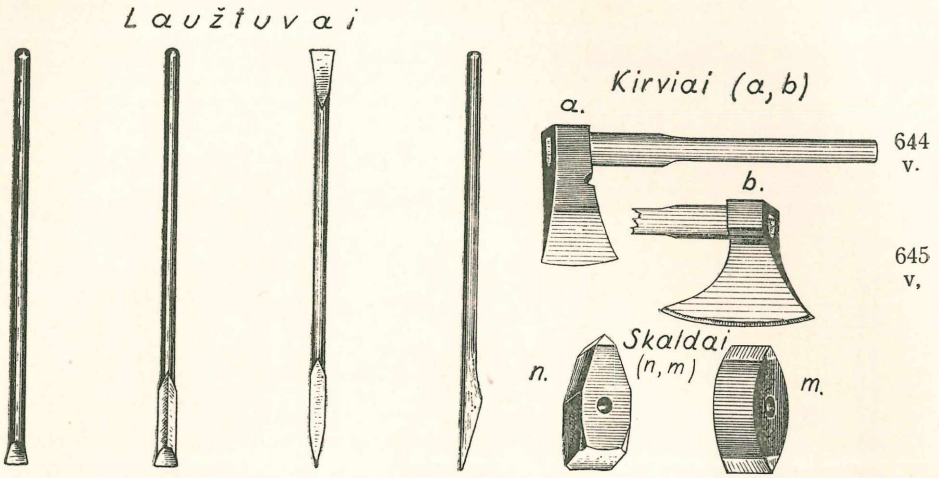
Dabar vartojami geležiniai kastuvai (637—638 v.), o sausam smėliui, žvyrui pilti — šiūpelis (639 v.); jų ilgis 25—30 cm, plotis 15—20 cm, kotas esti 90—120 cm ilgio ir 3—4 cm storio. Kastuvų kotams vartojamos tvirtesnės medžio rūšys: skirpstas, uosis, beržas ir kt.

3. Puskiečiai gruntai.

Jie esti: moliniai, durpiniai, miškagrunčiai su kelmais ir šaknimis; jiems kasti, kai kur kirsti ir laužti, vartojami: kastuvas, kirvis (Axt, топор), laužtuvas (Stange, лом).

Laužtuvai daromi ištisai geležiniai (640 vaizd.) su plokščiu galu arba tvirtesni, praktiškesni su vienu ar abiem plieniniais galais (641—643 v.); laužtuvai būna 1—$1^1/_2$ m ilgio, 2,5 cm storio, 4—7 kg svorio.

Kirvių (644—645 v.) pentys daromos iš geležies, o ašmenys — iš plieno. Skaldai (646—647 v.) taip pat turi kietus plieninius galus.

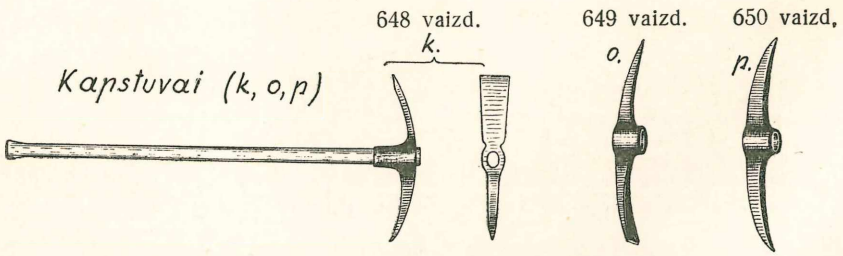


640 vaizd. 641 vaizd. 642 vaizd. 643 vaizd. 647 vaizd. 646 vaizd.

4. Kieti gruntai.

Būna: sukietėję moliniai, susigulėję žvyriniai ir minkštos uolinės padermės; jų kasimo darbams vartojami: kastuvas, laužtuvas, pakalės (Keul, клин), skaldai (Schlaghammer, кувалда), svorio 5—10—15 kg, ir kapstuvai.

Kapstuvai (kapliai) turi smailius ir plokščius galus (žr. 648—650 v.) ir ilgesnį *k*, ar trumpesnį *o, p* ant koto užmovimą. Kapstuvai esti su abiem smailiais galais *(p)* ir su vienu smailiu, o kitu plokščiu galu *(k, o)*. Kapstuvų smailūs galai reikalingi kietai susigulėjusiems byrantiems gruntams — žvyrams purinti, kapstyti, o plokšti galai reikalingi yra kompaktiškiems moliams kirsti.



648 vaizd. 649 vaizd. 650 vaizd.

Čia 648—650 vaizduose parodyti dvigaliai kapstuvai, bet būna ir vienagaliai.

5. Kietos uolos.

Joms priklauso: smiltainiai, dolomitai, sijenitai, granitai, trachitai, bazaltai ir t.t. Prie kietų uolų vartojami įrankiai kaip prie kietų gruntų (4 p.) ir, be to, įrankiai ir prietaisai akmenyje skylėms kalti (akmenkalčiai, plaktai svorio 5—10 kg., pakaliniai laužtuvai, pleištai, plaktukai ir k.) ir uoloms sprogdinti įvairios sprogstamos medžiagos [parakas, dinamitas, želatinas (Spreng-gelatine) ir kt.].

Pastaba: sušalę gruntai priskiriami prie kietų uolų.

Sprogdinimo darbams vartojamas parakas esti šios sudėties:

Salietros $NaNO_3$ (Čili s.) ir kalio salietr. KNO_3 — apie	65%
Sieros (S) . . . . . „	15%
Anglies (C) . . . . . „	20%
	100%

Parakas būna ir kitos sudėties, pavyzdžiui —

salietros 74% + S 10% + C 16%.

Akmenims ir uoloms sprogdinti dažniausiai vartojama sprogstamoji medžiaga yra dinamitas, kuris gaminamas iš nitroglicerino ($C_6H_{10}N_6O_{18}$) pridedant kizelguro (infuzorinės žemės — diatom. žemės) arba kitos purios medžiagos, pavyzdžiui, piūvenų.

Dinamitas № 1.	turi nitroglicerino	75% + kizelgūro 25%
„ № 2.	„ „	50% + (kizelgūro 10% + piūvenų 40%)
„ № 3.	„ „	35% + (kizelgūro 5% + piūvenų 60%).

Dinamitas atrodo kaip susicukravęs geltonas medus

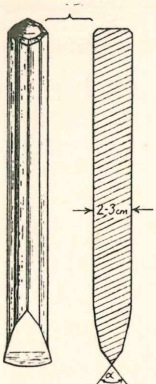
Sprogstamas želatinas (Spreng-gelatine) — nitroglicerino 92% + kolodiumo 8%.

Smulkiau apie sprogstamas medžiagas reikia žiūrėti toliau 286—7 p.p

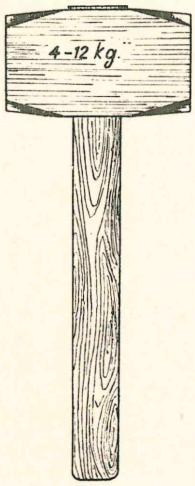
Pastaba: Statybos kainoraštyje (K.A.M. Karo Butų vald. leid. 1936 met. Kaunas) gruntas (gružas) skirstomas: B — vidutinis (puskietis), C — kietas, D — labai kietas (minkštos uolos ir kt.) ir E — suakmenėję arba sušalę (žr. 61 psl.) gruntai.

Akmenų ir uolų sprogdinimas, laužimas ir plėšymas.

Sprogdinimas (651—658 v. v.)

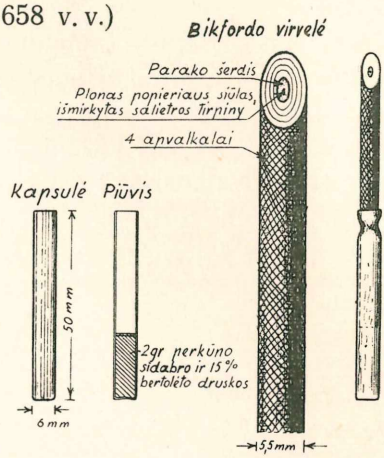


651 v.



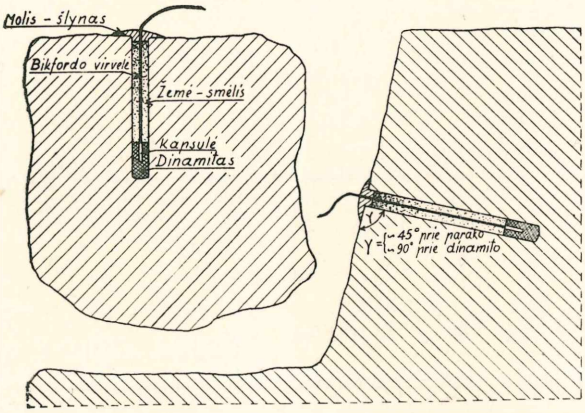
652 v.

653 v.

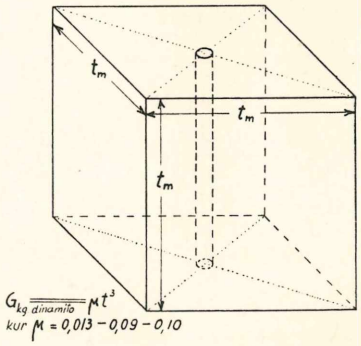


654 v. 655 v.

656 vaizd.



657 vaizd.

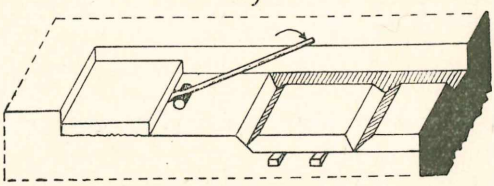


658 vaizd.

Kalamų skylių dydžiai

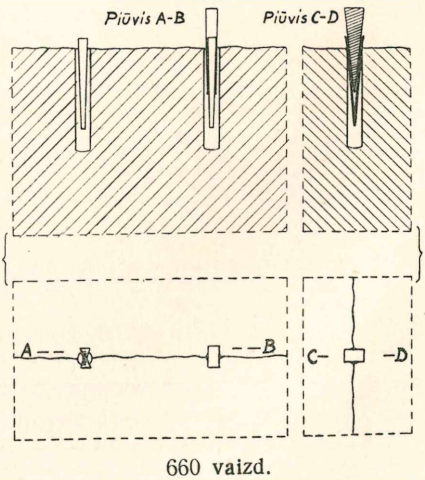
Gilumą t	Diametras ϕ	
	Prie parako	Prie dinamito
0,30 - 0,5 m	~ 3,0 cm ϕ	~ 2,3 cm ϕ
0,50 - 0,80 m	~ 4,0 cm ϕ	~ 3,0 cm ϕ
0,80 - 1,20 m	~ 5,5 cm ϕ	~ 4,0 cm ϕ

Laužymai



659 vaizd.

Plėšymas



660 vaizd.

PASTABA: Teisingiau spr. medž. $9\ kg = \mu t^3$, kur tm skylės gilumas, o $\mu = 0{,}25—0{,}8$ parakui ir $\mu = 0{,}1—0{,}25$ — dinamitui.

B. Gruntų kasimo darbo mechaninis apibūdinimas ir kaina.

1. Žmogaus darbo ir sprogstamosios medžiagos (dinamito) atliekamo darbo našumas.

Bet kokiam darbui atlikti, o taip pat ir grunto 1 m^3 išjudinti, iš vietos išimti ir į krūvą sumesti reikalinga eikvoti tam tikrą energijos kiekį, tai yra — atlikti tam tikrą darbą (Gewinnungsfestigkeit) D kgm žmogui, gyvuliui, mašinai arba sprogstamai medžiagai, arba plėšiamai medžiagai (parakui, dinamitui, želatinui ir kt.).

Naudingas vidutinis mechaniškas 1 darbininko dieninis (8—10 val.) ištisas su poilsiais darbas gali būti apskaičiuojamas taip:

$D = \mu d_s \cdot t$, kur $\mu = 0{,}6$ — poilsių koeficientas,

d_s — darbo sekundinis našumas

ir $d_s = 6$ kgm/s prie darbo dienos 10 h,

ir $d_s = 7$ kgm/s prie darbo dienos 8 h.

Tuo būdu prie dešimtvalandinio (10 h) dieninio darbo:

$$D_{10} = 0{,}6 \cdot 6 \text{ kgm/s} \cdot (60_s \cdot 60 \cdot 10) \cong 130.000 \text{ kgm}.$$

Prie aštuonvalandinio (8 h) dieninio darbo:

$$D_8 = 0{,}6 \cdot 7 \text{ kgm/s} \cdot (60_s \cdot 60 \cdot 8) \cong 120.000 \text{ kgm},$$

arba valandinis darbo našumas:

$$d_h = \frac{120 \cdot 000}{8} = 15 \cdot 000 \text{ kgm}.$$

Dinamito № 1 1 kg. atlieka darbą:

$d = 75.000$ kgm, t.y. kaip 5 darbininkai per 1 h.

Koks reikalingas laikas ir kokį darbą reikia atlikti, norint iškasti 1 m^3 grunto, t.y. jį įrankiu išjudinti, pakelti ir sukrauti (lösen und laden) į krūvą ar parankiai į vežimą, rodo čia dedama lentelė.

Grunto 1 m³ išjudinti, pakelti ir sukrauti (lösen nnd laden) reikalingas darbo laikas ir darbo kiekis (žr. lentelę Nr. I).

Lentelė I

Gruntų rūšys	1 m³ gr. darbo valandų	1 m³ gr. din. № 1 1 kg = 75000 kgm	1 m³ gr. žmogaus darbo kgm	1 m³ gr. din. № 1 darbas kgm	1 m³ grunto bendras darbas kgm
1. Minkštl gruntai	0,5—1,0	—	7500—15000	—	7500—15000
2. Puskiečiai grunt.	1,0—1,5	—	15000—22500	—	15000—22500
3. Kieti gruntai	1,5—2,4	—	22500—36000	—	22500—36000
4. Akmeningi grunt.	2,4—3,2	—	36000—48000	—	26000—48000
5. Kietai susigulėję akmeningi grunt.	3,2—4,0	0,10 kg	48000—60000	7500	55500—67500
6. Minkštos uolos, mergeliai ir kt.	3,5—6,0	0,20 „	52000—90000	15000	67500—105000
7. Kietos uolos (granitai, sijenitai ir k.)	6,0—10,0	0,3—0,5 „	90000—150000	22500—37500	112500—187500

Grunto 1 m³ išimti ir sukrauti (lösen und laden) kaina matoma iš šios lentelės, kur priimtas žemkasio atlyginimas 1 lt/h (lentelė Nr. II).

Lentelė II

Gruntų rūšys	1 darb. valand. darbo našum. m³	1 m³ grunto išimti ir sukrauti					
		darbo valandų	Kaina				
			darbininko užmok. lt.	dinam. išl. lt.	viso lt.	įrankiai, prietaisai ir kt. išl. 40%	bendra suma lt
1. Minkšti gruntai . . .	1,4	0,5—1,0	0,5—1,0	—	0,5—1,0	0,2—0,4	0,7—1,4
2. Puskiečiai gr. (lengvas molis, smulkus žvyras)	0,8	1,0—1,5	1,0—1,5	—	1,0—1,5	0,4—0,6	1,4—2,1
3. Kieti gruntai (sunkus molis, šlynas, rup. žv.)	0,6	1,5—2,4	1,5—2,4	—	1,5—2,4	0,6—0,96	2,1—3,36
4. Akmeningi gr. (purūs)	0,4	2,4—3,2	2,4—3,2	—	2,4—3,2	0,96—1,28	3,36—4,48
5. Kietai susigulėję akmeningi gruntai (molis su žv. ir akm.)	0,25	3,2—4,0	3,2—4,0	—	3,2—4,0	1,28—1,6	4,48—5,6
6. Minkštos uolos, mergeliai ir k.	0,20	3,5—6,0	3,5—6,0	x	(3,5—6,0)+x	(1,4—2,4)+0,4.x	(4,9—8,4)+1,4x
7. Kietos uolos (granitas, sijenitas ir k.)	0,12	6,0—10	6,0—10	y	(6—10)+y	(2,4—4)+0,4 y	(8,4—14)+1,4 y

Žemės kasimas ankštose vietose su platumu iki 1,5 m (kaip pamatams ir drenažams) yra sunkesnis ir brangesnis, o plačiose (rūsiams ir keliams) — pigesnis 10%. Kada žemės darbas yra mažas (apie 2 m^3), tai jis yra brangesnis iki 1,5 kartų.

Pagal Osthoff-Scheck'ą (Vokietija) gruntų kasimo darbą galima detalizuoti, priėmus geram žemkasiui atlyginimą 1 lt/h, sulig šia lentele: (žr. lentetę Nr. III).

Lentelė III

Gruntų grupės	Gruntų klasė	Gruntų išvardinimas	Darbo įrankiai	Darbo laikas			Kaina	
				1 m^3 išimti — išjudinti val.	1 m^3 sukrauti	viso val.	už 1 v. lt.	Už visą kasimą lt.
I Minkšti gruntai	1	Purus smulkus smėlis	kastuvas (šiupelis)	iki 0,5	0,5	1,0	1	1,0
	2	Papr. lauko žemė	kastuvas	iki 0,7	0,6	1,3	1	1,3
	3	Rupus smėlis						
	4	Smulkus žvyras						
	5	Drėgnas smėlis						
	6	Durpinis gruntas be kelmų ir šaknų		iki 1,0	0,8	1,8	1	1,8
	7	Priemolis (moliasmėlis)						
II Puskiečiai gruntai	8	Akmenuotas smėlis	kastuvas, kapstuvas, laužtuvas	iki 1,5	0,5	2,0	1	2,0
	9	Šlynasmėlis ir durpės su kelmais						
	10	Akmeningi gruntai	kapstuvas, laužtuvas, kastuvas ir rankos	iki 1,5	0,7	2,2	1	2,2
	11	Rupus palaidas žvyras						
	12	Smulkūs akmenys						
III Kieti gruntai	13	Molis	kapstuvas, laužtuvas, kastuvas, pakalės ir skaldai (kūjai)	iki 2,0	0,7	2,7	1	2,7
	14	Šlynas						
	15	Mergelis						
	16	Akmeningi gruntai (kietai susigulėję)	tas pat ir rankos	iki 3,0	0,9	3,9	1	3,9
	17	Išvėjavusios uolos						

IV Minkštos uolos	18	Laužiamas šiferis . . .	tas pat, bet iš dalies su sprogdinimu	apie 5,0	1,0	6,0	1	6,0
	19	Minkštas smiltainis . .						
	20	Kalkinis akmuo						
V Kiet. uolos	21	Kietos uolos (granitas, sijenitas ir k.)	Akmenskaldžiai, Bikfordo padegamoji virvelė, spr. medžiaga	6—8	2	8—10	1	8—10

Lentelė IV

Gręžimo ir sprogdinimo darbui atlikti duomenys

Darbo išvardijimas	Gruntų rūšys		
	Mažasluoksniai suakmenėjimai: šiferis, smiltainis, kalkin. uolos, konglomeratai.	Storiasluoksnės uolos: kieti šiferiai, smiltainiai ir kalk. akmenys	Masyvinės uolos: granitas, gneisas, sijenitas, porfiras, bazaltas ir kt.
1) Uolinio grunto 1 m³ išsprogdinti reikia išgręžti skylę	0,2—0,8 m	0,5—1,5 m	1,0—2,1 m
sunaudoti dinamito . . .	0,04—0,08 kg	0,12—0,16 kg	0,2—0,3 kg
„ parako	0,20—0,40 „	0,40—0,60 „	0,6—0,8 „
2) Į 1 val. 1 pora darbininkų gali iškalti apie 0,25 cm. diametr. skylę gilumo . .	32—24 cm	20—12 cm	10—6 cm
3) Grąžtų (kaltų) galandinimas 1 m skylei iškalti kaštuoja	0,80—1,10 lt	1,10—1,70 lt	1,70—2,40 lt

Pastaba: Skylė parakui, gręžiant rankomis, daroma iš viršaus vidutiniškai $d = 2{,}34 + 0{,}02 \times t$ cm, kur t skylės gilumas būna = 30 — 120 cm. Skylė dinamitui iškalama 20—25% siauresnė.

I Sprogdinimo darbams vartojamas parakas esti dar šių rūšių:

1) **juodasis parakas** (Schwarzpulver), susidedąs iš: (65—75%) kalio salietros (KNO_3) + 20—15% medžanglio (C) ir 15—10% sieros (S); bijo drėgmės, greit užsidega.
2) **sprogstamoji salietra** (Sprengsalpeter) susidedanti iš: 75% natrio salietros ($NaNO_3$ — Čili sal.) + 15% rusvaanglio + 10% sieros (S).
3) **petroklastitas** (Petroklastit), susidedąs iš: 69% $NaNO_3$ + 5% KNO_3 + 10% S + 15% angliadervio (Steinkohlenpech) + 1% kalio bichromato ($K_2Cr_2O_7$).

Sprogstamoji salietra ir petroklastitas ne taip labai bijo stumdymo, sutrenkimo ir ugnies, kaip juodasis parakas.

II Smarkiai plyštančios medžiagos (brisante Sprengstoffe) darbams yra vartojamos ir šio smulkiau apibrėžiamo sąstato:

1) **dinamitai** (nitroglicerino $C_3H_5O_9N_3$) sprogstamojo skysčio (Sprengöl) mišiniai:

a) **sprogstamoji želatina** (Spreggelatine-Kollodiumwolle) — iš 93% nitroglic. + 7% kollodiumo;

b) **želatininis dinamitas** (Gelatinedynamit-Kollodiumwolle) — iš 50 — 80% nitrogl. + 50—20% natrio salietros su piūvenomis;

c) **diatominis dinamitas** (Kizelgurdynamit) — iš 70 — 80% nitrogl. + 30—20% **diatom.** (**infuzor.**) žemės; šis dinamitas yra Nr. 1 ir jis daugiausia vartojamas;

d) **silpnasis dinamitas**, atitinkąs Nr. 3, susideda iš 25% nitrogl. + 30% natrio salietros + 40% rugiamilčių + 5% kaliumbichromato;

Nitroglicerinas sustingsta (kietėja), esant + 8° C ir darosi labai pavojingas sprogimui.

2) **Nepavojingos sprogstamos medžiagos** (Sicherheitssprengstoffe) mažai bijo ugnies, trankymo, smūgių, trinties, bet jautresnės drėgmei; jas galima vežti kaip gabalines prekes ar skubius krovinius:

a) **Dahmenit'as**: 91.3% amon. salietros [Amonsalpeter $(NH_4)NO_3$] + + 6,5% naftalino + 2,2% kalio bichromato.

b) **Luxit'as** (Roburit): 87.5% amon. salietros + 7% dinitrobenzolo + 5% amon. sulfato (Ammonsulfat) + 0,5% kalio permanganato.

c) **Wesphalit'as**: 92% amon. salietros + 5% smalos (Harz) + 3% kalio bichromato.

d) **Sekurit'as**: 37% amon. salietros + 34% kalio salietros + 29% **nitrobenzolo.**

e) Želatininės naujoviškos medžiagos, turinčios 4—5% nitroglicerino: Gelatine-Astralit, Gelatine-Donarit, Gelatine-Wesphalit.

Lentelė V

Sprogstamųjų medžiagų savumai

	Juodasis parakas	Želat. dinamitas	„Gelatine-Astralit"
1) sprogimo (eksploz.) temperatūra	2500° C	3000° C	2200° C
2) 1 kg sprogst. medžiagos duoda dujų	2840 l	7230 l	7390 l
3) „ „ „ sukeltos dujos duoda spaudimų	280 at	1160 at	1180 at
4) Nuo sprogimo detonacijos greitis	300 m/s	7000 m/s	3100 m/s

1. Bendras transportacijos (pervežimo) darbo apibūdinimas.

Gruntui iš vienos vietos į kitą pašalinti reikia atlikti tam tikrą darbą sulig formule:

$D = Z \cdot L$, kur Z kg — traukimo jėga, reikalinga visoms pakelės kliūtims pašalinti,

L m — jėgos Z išeitas kelias.

Prie horizontalaus kelio traukiamoji (vežamoji) jėga reiškiasi taip:

$Z = \mu \cdot Q$, kur ratams μ — kelio rūšies koeficientas

ir $\begin{cases} \mu = 0{,}15 & \text{— prie smėlio,} \\ \mu = 0{,}10 & \text{— šlapio kelio,} \\ \mu = 0{,}05 & \text{— žvyr. kelio.} \end{cases}$

Q_{kg} — vežimo bendras svoris.

Jei kelias su įkalnėmis ar nuokalnėmis, tai traukimo jėgai yra ši formulė:

$Z = \mu \cdot Q \pm (Q + G)\,\mathrm{Tg}\,\alpha$, kur G kg — arklio svoris,

$\angle\alpha$ — įkalnės ir nuokalnės kampas.

Žmogui ir gyvuliui darbinė traukiamoji horizontaliu keliu jėga Z sudaro tam tikrą dalį nuo jų svorio G, būtent:

$$Z = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{5}\right) \cdot G = \begin{cases} \text{Žmogui } Z \simeq 15\,\text{kg} \\ \text{Arkliui } Z \cong 75\,\text{kg.} \end{cases}$$

Garvežiui: $Z \cong \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{7}\right) \cdot G$ (garvežio svoris darbe); prie bėgių kliūčių koeficientas —

$\mu = 0{,}01 - 0{,}005$, kada traukia gyvuliai

ir $\mu = 0{,}004 - 0{,}006$, kada — garvežiai.

Žinant darbo jėgai (žmonėms, gyvuliams ir mašinoms) ir vežamiems prietaisams darbų vietoje kainas, galima išvesti kaina (k) transportacijos darbo vienetams 1 kgm arba 1 tkm ir, suskaičiavus pervežamo grunto bendrą svorį (pagal jo kubatūrą ir tūrinį svorį) Q_o ir bendrą pervežimo atstumą (tarp iškasto grunto svorio centro ir pervežto supilto svorio centro) L_o, surasti, kiek atsieis visas grunto transportacijos darbas:

$$K = k \cdot D_o,$$

kur $D_o = \Sigma Z L = Z_o \cdot L_o$

ir $Z_o = \Sigma[\mu Q \pm (Q + G)\,\mathrm{Tg}\,\alpha]$.

2. Grunto transportacijos būdai.

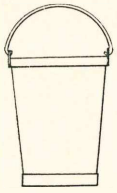
a) Grunto aukštyn kėlimas

Iškasto grunto aukštyn kėlimas daromas paprastu jo išmetimu kastuvais aukštyn iki 1,5—2 m per vieną kartą; vidutinis darbo našumas yra $\sim 10\,m^3$ į dieną. Grunto kėlimas aukštyn gali būti atliekamas įvairiais indais (kibirais, rėčkomis, samčiais) ir komplikuotais įrengimais (norijomis, ekskavatoriais, elevatoriais, keltuvais ir kt.). Čia atliekamas darbas reiškiasi taip:

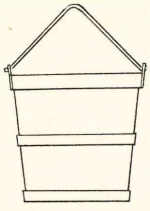
$D = Q \cdot H$, kur Q kg — grunto svoris,

H m — grunto pakėlimo aukštis.

Kibirai

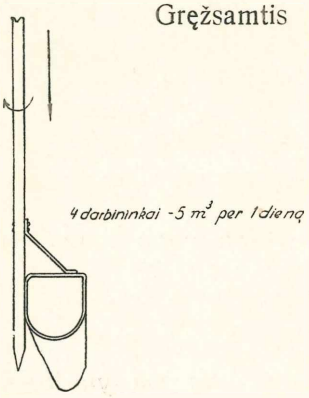


661 vaizd.

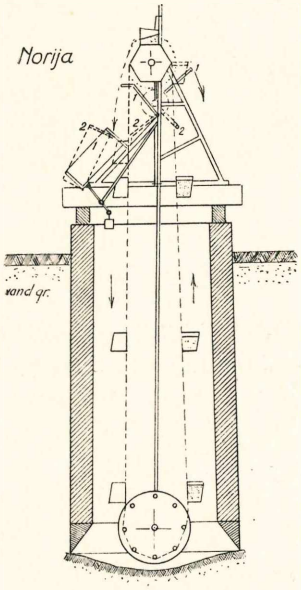


662 vaizd.

Grėžsamtis

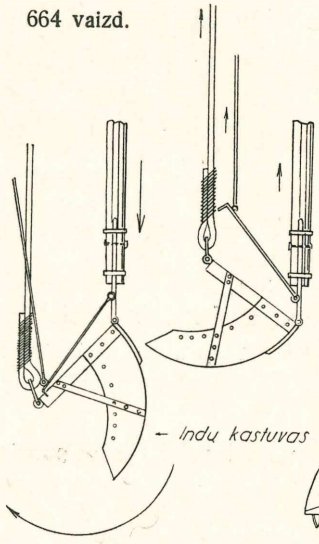


653 vaizd.



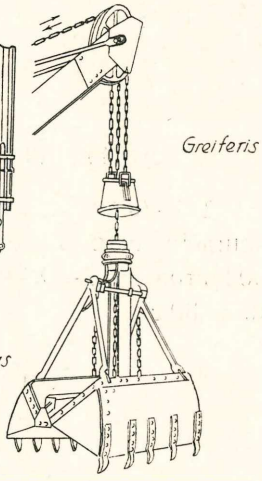
666 vaizd.

664 vaizd.



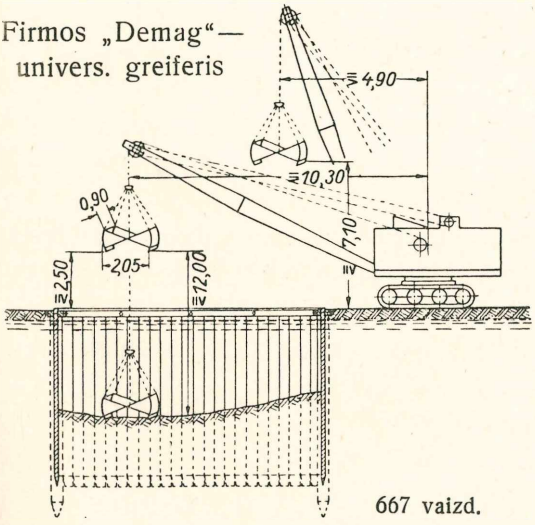
Iki 5 m. gilumo
3 darb. per dieną iki 10 m³

665 vaizd.



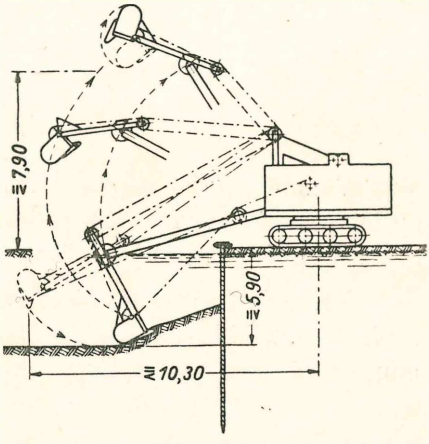
0,25-0,50-0,75 m³

Firmos „Demag“— univers. greiferis



667 vaizd.

Firmos „Demag“—univers. samtis



668 vaizd.

b) Grunto horizontalus permetimas

Žemės permetimas daromas mažuose atstumuose, būtent iki 10 m tolumo per 2—3 kartus po 5—3 m atstumo. Permetimo darbo našumas toks: 1 darbininkas į dieną gali permesti 10—12 m^3 kastuvu, užgriebdamas kaskart po $\sim$ 0,003 m^3.

Sulig Löwe permetamos žemes 1 m^3 kaina apskaičiuojama pagal formulę:

$$K = \frac{m \cdot l}{M \cdot e},$$

kur m yra lt — darb. dieninis atlyginimas,
l yra m — bendras permetimo atstumas,
M yra m^3 — darbin. dieninė permet. masė,
e yra m — kartinio permetimo atstumas.

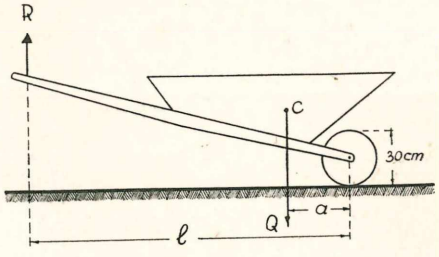
Pavyzdžiui:

$$K = \frac{8 \text{ lt} \cdot 12 \text{ m}}{10 \text{ m}^3 \cdot 4 \text{ m}} = 2{,}4 \text{ lt/m}^3.$$

c) Grunto vežimas vienračiu (Karren, тачка)

10—300 m atstumu gruntas pervežamas vienračiu (karukais, tačka). Vienračiui takas reikalingas bendro pločio 1 m; vienračio talpa sudaro 70—100 l arba 0,0,7—0,1 m^3; vienračio ketinio ar plieninio ratuko diametras yra $\cong$ 30 cm.

Rankomis laikyti tenka svoris: $R = \frac{a}{l} \cdot Q$.



669 vaizd.

Vienratis turi į užpakalį dvi kėstas trumpas standžias ienas, kuriomis darbininkas kelia vienračio dėžės krovinį, sukdamas apie ratuko metalinę ašį, valdo visą vienratį, jį stumdamas (o ne traukdamas) pirmyn.

Vienračiai esti mediniai, turį tik metalinį ratuką ir ašį, ir geležiniai; mediniai pasidirbami dažniausiai pačioje darbo vietoje, o metaliniai gaminami fabrikuose, — jie tvirtesni, geresni.

Vienračio metalinio ratuko siauras ratlankis (3—4 cm) tiesiog gruntu važiuoti su kroviniu negali, nes giliai įsirėžia ir sunku vežti, todėl gruntą transportuojant vienračiu visados ant žemės paklojamos ratukui bėgti lentos 3—6 cm storio ir 18—20—25 pločio arba nutiesiami metaliniai takai iš plokščios geležies apie 10 mm storio ir apie 150 mm pločio; medinės lentos greit sudyla, sudaro šiurkštesnį taką, o metaliniai takai duoda maksimalų švelnumą ir didžiausią patvarumą.

Vienračiai turi būti taip konstruojami, kad jų dėžės svorio centras (vadinasi, ir krovinio svorio centras) *c* turėtų kiek galima mažesnį atstumą (a) nuo ratuko ašies, nes tada darbininko rankų keliama našta *R* atstume *l* nuo ratuko ašies sumažėja ir grunto transportacija kietu lentiniu arba metaliniu taku žymiai palengvėja $\left(R = \frac{a}{l} \cdot Q\right)$.

Vienračiu išvežamas per dieną grunto kiekis priklauso nuo vienračio padarytų kelionių skaičiaus (n):

$$n = \frac{v\ \text{m/min} \times t\ \text{min}}{2 \cdot l\ \text{m} + v\ \text{m/min} \times 1{,}5\ \text{min}},\ \text{kur:}$$

v — darbo žmogaus greitis 50 m/min
t — darbo laikas,
l — kelio ilgis,
1,5 min — kelionės apsistojimo laikas.

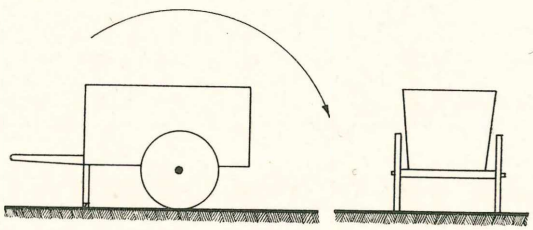
Pavyzdys:

$$n = \frac{50\ \text{min} \times (60\ \text{min} \times 8)}{2 \cdot 150\ \text{m} + 50\ \text{m/min} \times 1{,}5\ \text{min}} = 64.$$

Įrankiams išeikvojama apie 10% viso transporto vertės.

d) Grunto vežimas dviračiu arba vienašiu apverčiamu vežimu.

Vienašiai apverčiami vežimėliai turi talpą 0,25—0,5 m^3 (akmenims ~ 0,25 m^3, puriems gruntams — ~ 0,5 m^3).



670 vaizd.

Pervežamo grunto kiekiui apskaičiuoti dieninis dviračio padaromų kelionių skaičius (n) surandamas pagal šią formulę;

$$n = \frac{v\ \text{m/min} \times t\ \text{min}}{2\ l\ \text{m} + v\ \text{m/min} \times 6\ \text{min}},\ \text{kur}$$

v m/min — žmogaus greitis (50 m/min) arba arklio greitis (72 m/min),
t m/min — dieninis darbo laikas,
l m — vežimo kelio ilgis į vieną galą,
6 min — pakelės apsistojimų laikas.

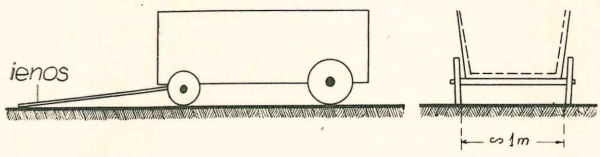
Pavyzdys:

$$n = \frac{50\ \text{m/min} \times (60\ \text{m} \times 8)}{2 \times 400\ \text{m} + 50\ \text{m/min} \times 6\ \text{min}} \cong 22.$$

Dviratiniais (vienašiniais) vežimėliais daroma grunto transportacija žmonėmis (apsistojimai 6 min) ir arkliais (apsistojimai 10 min); žmonėmis vežama, kada vežimo tolumas yra 25—600 m, o arkliais transportuojama, kada kelio ilgis būna 200—2000 m. Arkliais vežti geriau tinka dviašiai vežimai.

Įrankiams išeikvojama apie 15% viso transporto vertės.

Dviašis vežimas (ratai)



671 vaizd.

e) Vagonetėmis ant bėgių

Vagonetės važinėja tik geležiniais bėgiais su geležiniais pabėgiais; kelio platumas — 60 cm; gabarito platumas — apie 1,5 m; vagonetės talpa — 0,5—1,0 m^3.

Vagonečių judėjimo greitis priklauso nuo traukos jėgos greičio (žmogus 50 m/min, arklys — 72 m/min, garvežėlis veža visą vagonečių virtinė su greičiu 15—30 km/h ir apsistojimu apie 30 min). Transportacija žmonėmis apsimoka prie grunto kubatūros apie 1000—30000 m^3 ir tolumo L = 50—1200 m; arkliais yra naudinga transportuoti, kada L = 200—3000 m ir kubatūra siekia 5000 – 150 000 m^3; garvežiais reikėtų vežti, kada L = 5000—10 000 ir kubatūra yra apie 30 000—300 000 m^3.

Čia išlaidos įrankiams yra šios: seniems sudaro apie 30%, naujiems — apie 50%.

Pastaba: Kaip žemės ir kitų statybos medžiagų transportavimas yra gyvenimiškai įvertinamas, žr. Statybos kainoraštį, 72—74 psl. (K.A.M. Karo Butų Vald. leidinys, 1936 m., Kaunas ir kt.).

D. Planavimas ryšium su trobesiniais pastatais

Prie trobesių statybos dažnai esti reikalinga suplanuoti pastato vietą iki tam tikro horizonto, išplanuoti kiemą, aikštę ir kitas vietas. Tada reikia planuojamos vietos padaryti niveliacinę nuotrauką (niveliuojant vietą išilgai ar skersai keliomis linijomis), išbraižyti profilius, nustatyti pageidaujamą planuojamą paviršių, surasti nukasamas ir užpilamas vietas, surasti jų kubatūras ir žiūrėti ar negalima subalansuoti nuokasų su užpylimais; jei balansuojasi, tai yra geriausia planavimo išeitis; jei ne — tai ieškomas, iš kur pigiausiu būdu gauti nedateklius ir kur padėti perteklius.

Balansuojant iškasų (nuokasų) kubatūrą su užpylimų kubatūra, reikia žinoti, kad iškasoje žemė yra gerai susigulėjusi, kompaktiška, ir tos kompaktiškos žemės 1 m^3 iškastas išpurija ir duoda tam tikrą padidėjimą (5—50%) — tūrio prieauglį. Tuo būdu 1 m^3 iškasos užpila pylime daugiau kaip 1 m^3, nors ir susiguli (per 3 metus); tas liekamas pylime paimtas iš iškasos žemės tūrio padidėjimas yra daug mažesnis (1—25%) už ką tik iškasto, išpurinto grunto kubatūros padidėjimą (5—50%).

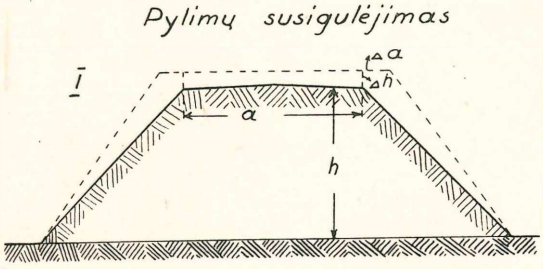
Praktika rodo, kad iškasant gruntų išpurijimas yra gaunamas maždaug toks, kaip šioje lentelėje nurodyta:

Lentelė VI

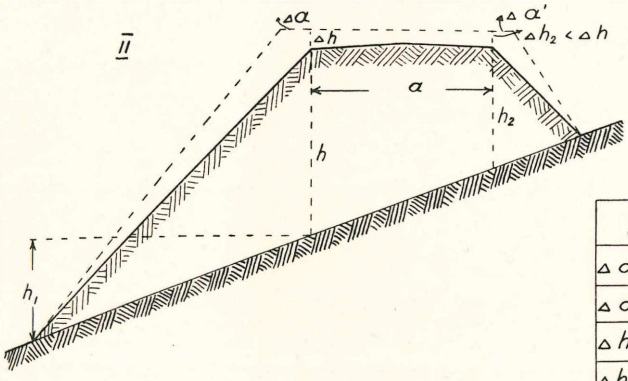
Gruntai	Iškasoje	Iškasto gaunama m^3	Vėl susigulėjusio (per 1—3 met) arba suplūkto	Liekąs išpur. koefic.
1. Smėlis, žvyras	1 m^3	1,05—1,20	1,01—1,02	1—2%
2. Mišri žemė, molėti gruntai .	1 m^3	1,20—1,25	1,02 - 1,04	2—4%
3. Molis, šlynas, mergelis . . .	1 m^3	1,25—1,30	1,04—1,06	4—6%
4. Sukietėjęs riebus molis, komp. šlynas	1 m^3	1,30—1,35	1,06—1,08	6—8%
5. Žvirgždai ir akmeningi gruntai, skaldytos uolos	1 m^3	1,35—1,50	1,08—1,25	8—25%

Kadangi supilta žemė susiguli (per 1—3 metus), tai tą įvairių gruntų įvairų susigulėjimą reikia turėti galvoje, darant vietų planavimą; bet dar daugiau į tai reikia kreipti dėmesį, kada supilami aukšti pylimai.

Naujus pylimus reikia pilti viršuje aukštesnius per $\Delta h = \frac{1}{12} h - \frac{1}{40} h$ ir platesnius per $\Delta a = \frac{1}{8} h - \frac{1}{40} h$ (žr. pylimų vaizdus su horiz. pamatu ir nuolaidžiu pamatu, ir prie jų lenteles).



Gruntas	Δ a	Δ h
Molis	$\Delta a \cong 1/8 h$	$\Delta h \cong 1/12 h$
Pylimo žemė	„ $\cong 1/9 h$	„ $\cong 1/14 h$
Smėlis	„ $\cong 1/15 h$	„ $\cong 1/23 h$
Rupus žvyras	„ $\cong 1/40 h$	„ $\cong 1/40 h$



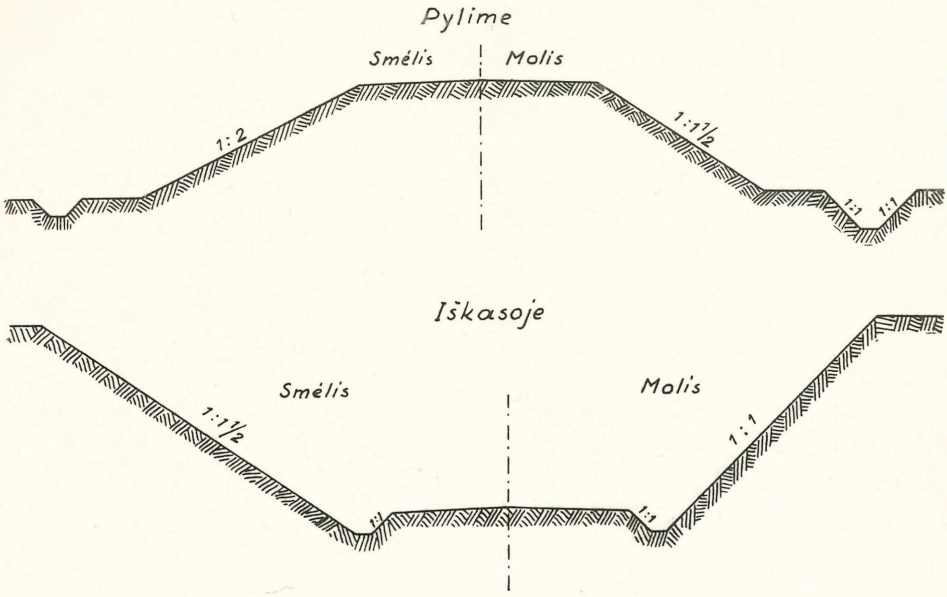
Sulig Gruntu:
$\Delta a \cong (1/8 - 1/40)(h + h_1/2)$
$\Delta a' \cong (1/8 - 1/40).h_2$
$\Delta h \cong (1/12 - 1/40)(h + h_1)$
$\Delta h_2 \cong (1/12 - 1/40).h_2$

672 vaizd. (I) ir 673 vaizd. (II)

Įvairių gruntų pylimų ir iškasų šlaitai laikosi nevienodai stipriai, todėl jų lėkštumas daromas skirtingas, būtent: silpnesniems (smėliniams) duodami lėkštesni šlaitai, stipresniems (moliniams) — statesni (žr. pylime ir iškasoje smėlio ir molio šlaitų 674 ir 675 vaizdus).

Kasant nuolatinius griovius, taip pat reikia laikytis čia duotų šlaitams daryti nurodymų.

Šlaitų nuolydžiai



674 vaizd. (Pylimas) ir 675 vaizd. (Iškasa)

E. Pamatams guolių kanalizacijai tranšėjų ir požeminių galerijų bei tunelių kasimas

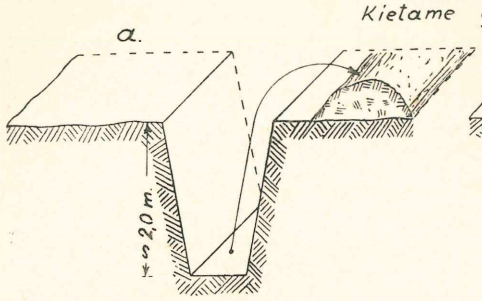
Guoliai pamatams ir rūsiams iškasos būna atkasami 1—1,5 — 2—4 m gilumo, o kanalizacijai tranšėjos — daug giliau. Atkasimai statybai yra laikino pobūdžio, ir tų atkasimų šlaitai, kad išsilaikytų trumpą laiką, daromi daug statesni už nuolatinių griovių ir iškasų šlaitus.

Bet statyba dažnai esti atliekama mieste prie gatvių, kur vyksta lengvas ir sunkus judėjimas, gruntas drebinamas, maža vietos; iškasimai nors ir trumpam laikui daromi, bet lengvai gali išgriūti ir ištikti įvairios nelaimės su darbininkais ir pašaliniais asmenimis, todėl čia su darbais reikia elgtis labai atsargiai, imtis įvairių atsargos priemonių, būtent: pagal reikalą ir galimumą daryti griovių ir tranšėjų išvidinius lentinius klojinius ir jų išrėmimus, klojinius iškelti viršum gatvės paviršiaus per 10—15 cm, statyti išilginės užtvaras, dieninius ir naktinius įspėjimo signalus, turėti sargus ir t.t.

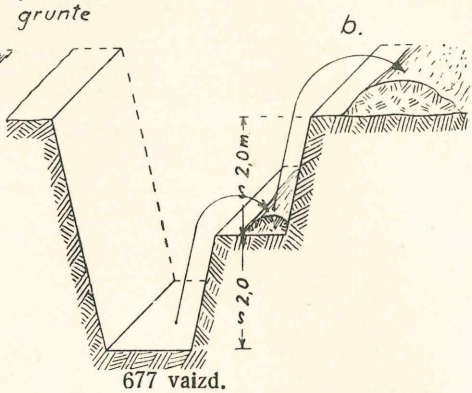
Pamatams guolių ir kanalizacijai tranšėjų kasimo ir sutvirtinimo būdai matomi iš vaizdų: 676, 677, 678, 679, 680, 681 ir 682.

Pamatams griovių ir kanalizacijai tranšėjų kasimas

Kietame grunte

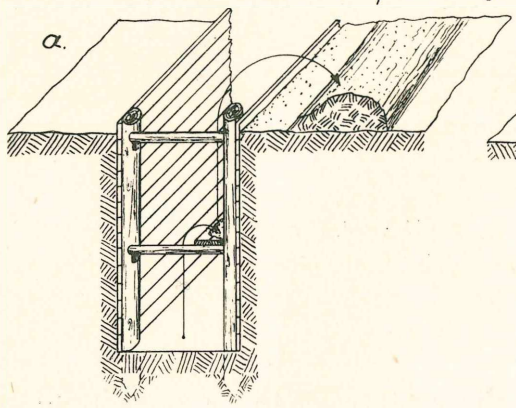


676 vaizd.

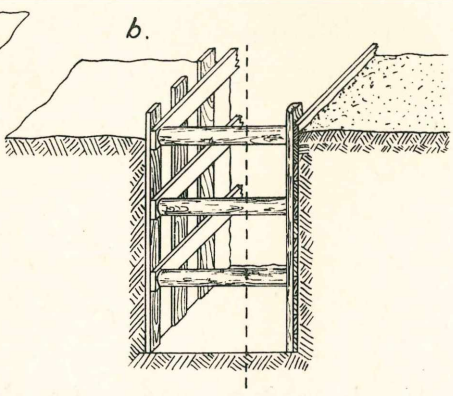


677 vaizd.

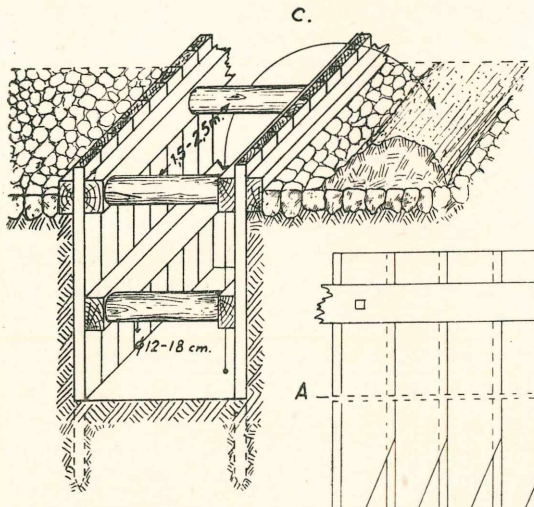
Silpname grunte



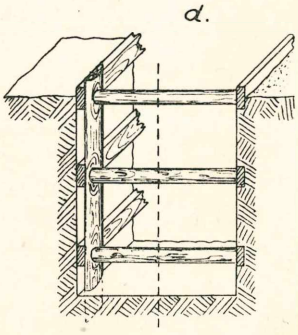
678 vaizd.



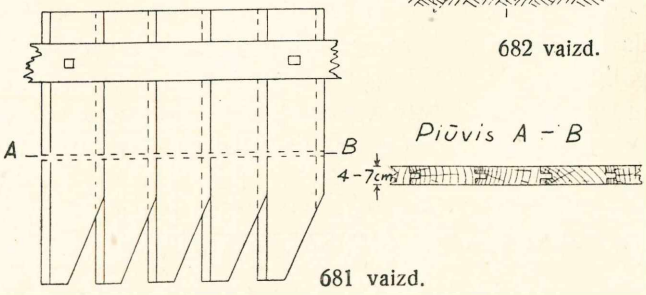
679 vaižd.



680 vaizd.

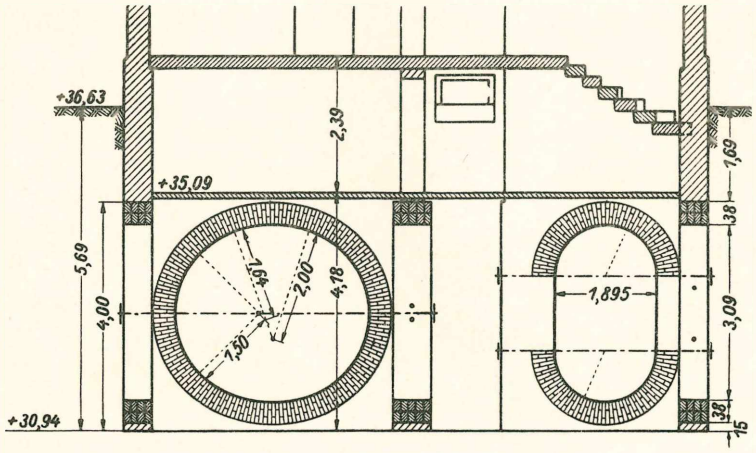


682 vaizd.

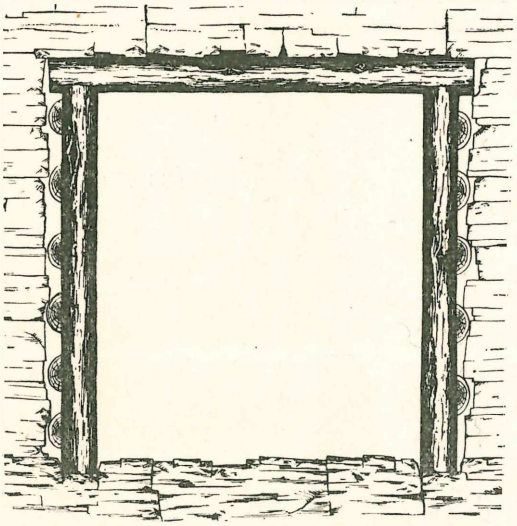


681 vaizd.

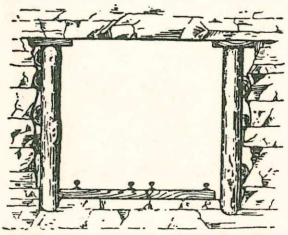
Prie žymesnių statybų būna reikalas daryti požemines galerijas (Kauno naujose klinikose) ir kasti tunelius. Požemiuose veikia didelis spaudimas iš visų pusių, todėl galerijų ir tunelių kasimai ir jų palaikymai reikalingi specialių tvirtų ramstinių konstrukcijų, kurios yra matomos iš čia dedamų vaizdų: 683—687 ir 688—692 ir kt.



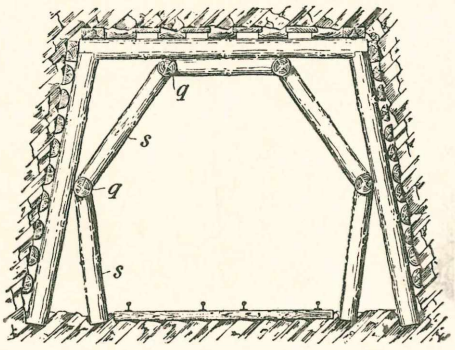
683 vaizd.



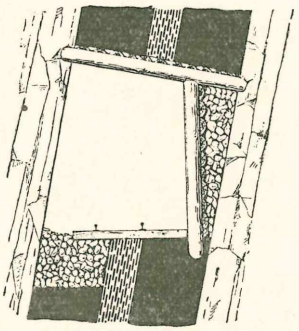
684 vaizd.



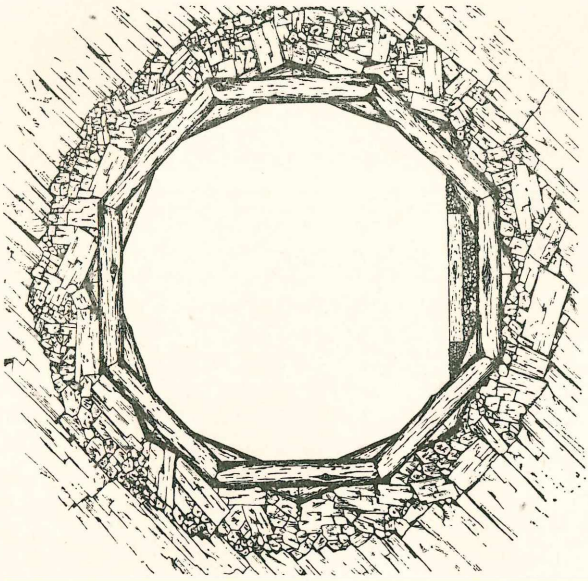
685 vaizd-



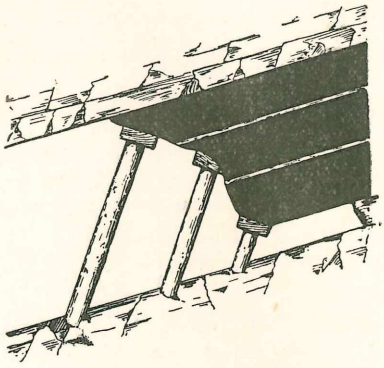
686 vaizd.



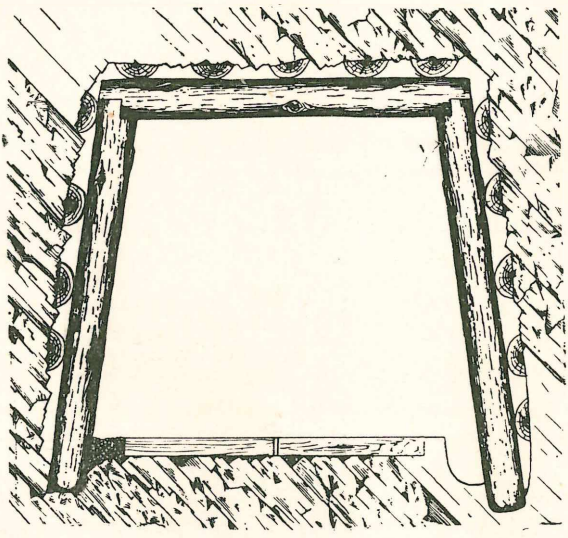
687 vaizd.



688 vaizd.

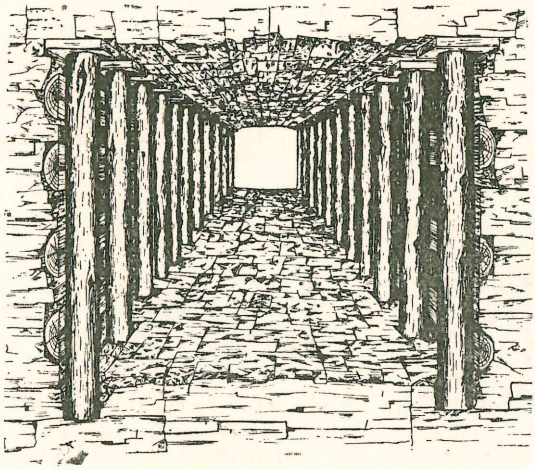


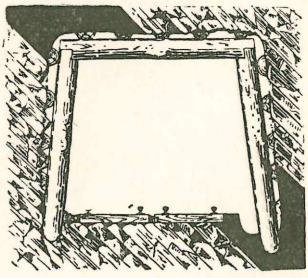
691 vaizd.



689 vaizd.

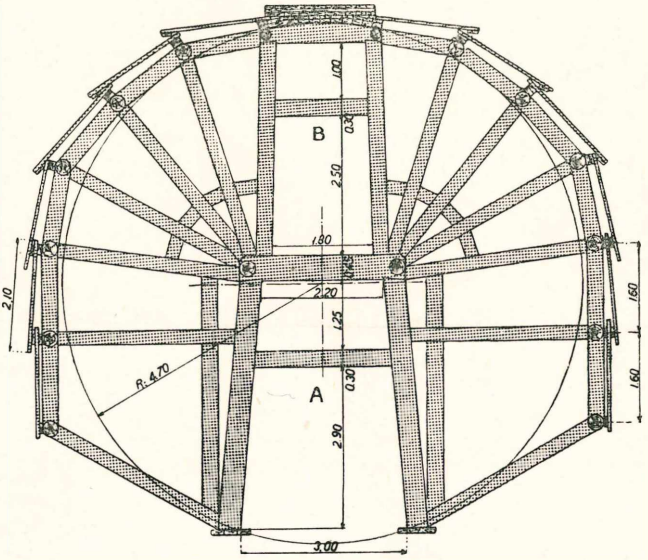
690 vaizd.





692 vaizd.

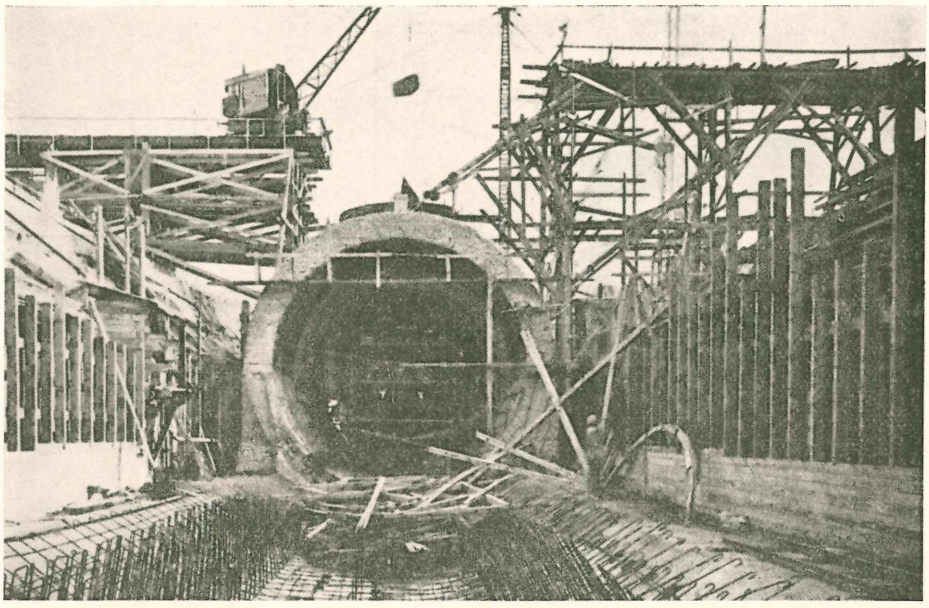
Antverpeno mieste po Escaut upe, jos dešiniajame krante, važiuotiems tuneliui kasti vartota žemės darbams išrėmimo sistema, kuri apima tunelio išvidinį apskritimą su $R = 4{,}7$ m ir sudaryta iš apat. centr. dalies A, viršutinės B, šoninių ramsčių palaikyti išilginėms sistemos sijoms ir tarp jų kraštiniams apskritimo ramsčiams, remiantiems patį lentinį apklodą, neleidžiantį žemėms griūti į tunelio atkasamą vietą, matyti iš 693 v. Gruntas buvo kasamas pirma vietoje A, paskiau B ir po to iš šonų.



693 vaizd.

Tunelio visa išrėmimo sistema padaryta iš medinių rąstų, sijų, lentų, kylių ir geležinių varžtų, kabių, apkaustų. Tunelio galiniai įvažiavimai-rampos po 171 m (viso 342 m), toliau, iš abiejų galų gelžbetoninės dalys 533, 526 m (kair. kr. 279,943 m ir dešin. krašte 253,583 m) ir vidurinė dalis 1935,324 m, o bendras $L = 2110{,}85$ m ir $D = 9{,}4$ m.

Tunelis važiuotiems Antverpeno mieste po Escaut upe (Le tunnel pour véhicules sous l'Escaut à Anvers). Žemės darbai ir visa kita tunelio statyba buvo atlikti 1931—34 metais (per 40 mėn.). Tunelio apačia siekia ~ 30 m gilumo, skaitant nuo ordinaro.

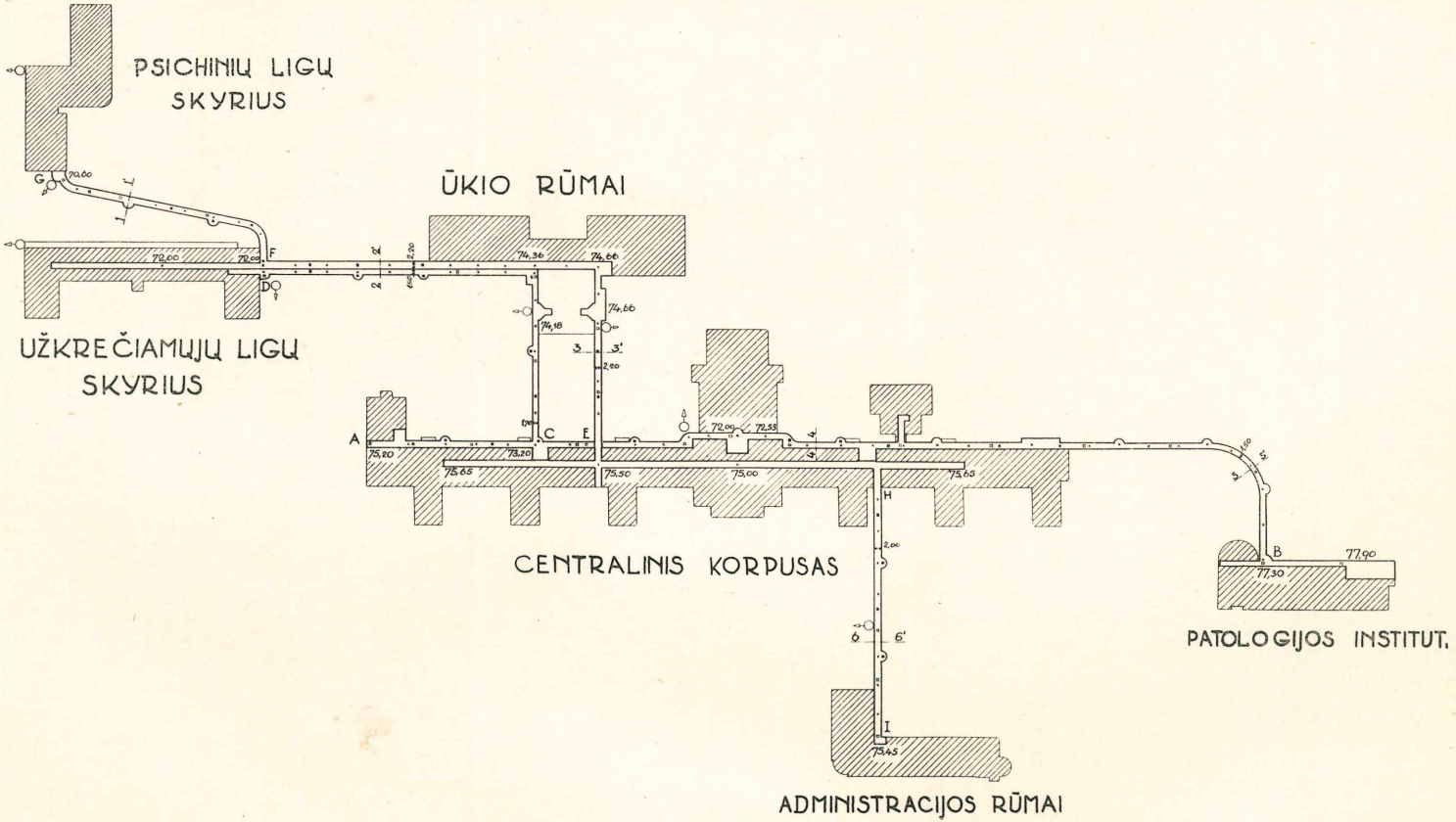


694 vaizd.

Escaut upės kair. krante gelžbetoninio pamato tunelio gelžbetoninei daliai įrengimo darbų vaizdas (tunelio detales žr. toliau 384—8 psl.).

P l a n a s

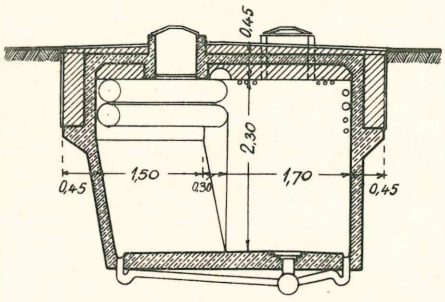
(su numatytų statybai požeminių galerijų tinklu).



695 vaizd.

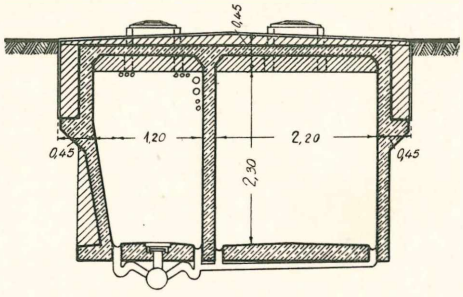
V.D.U-to Medicinos Fakulteto naujų klinikų Kaune statybai numatytų pagal planą (žr. 695 vaizd.) požeminių galerijų skersiniai piūviai.

696 vaizd.

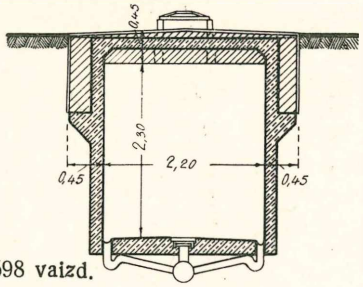


PIŪVIS 1-1'

697 vaizd.

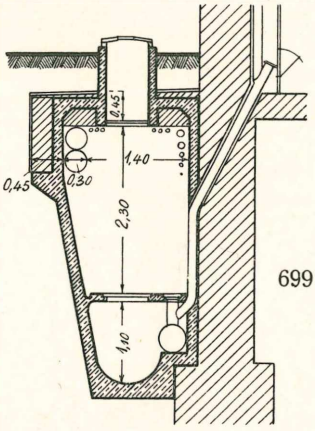


PIŪVIS 2-2'



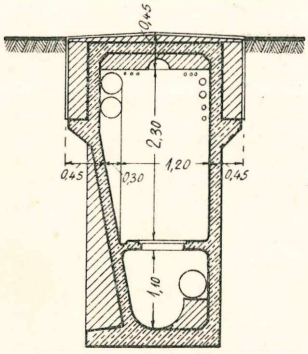
698 vaizd.

PIŪVIS 3-3'



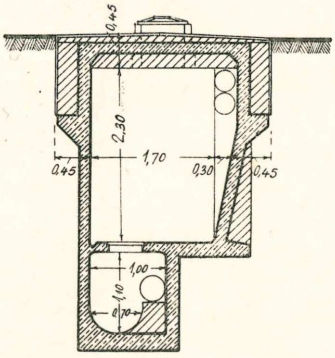
699 vaizd.

PIŪVIS 4-4'



PIŪVIS 5-5'

700 vaizd.



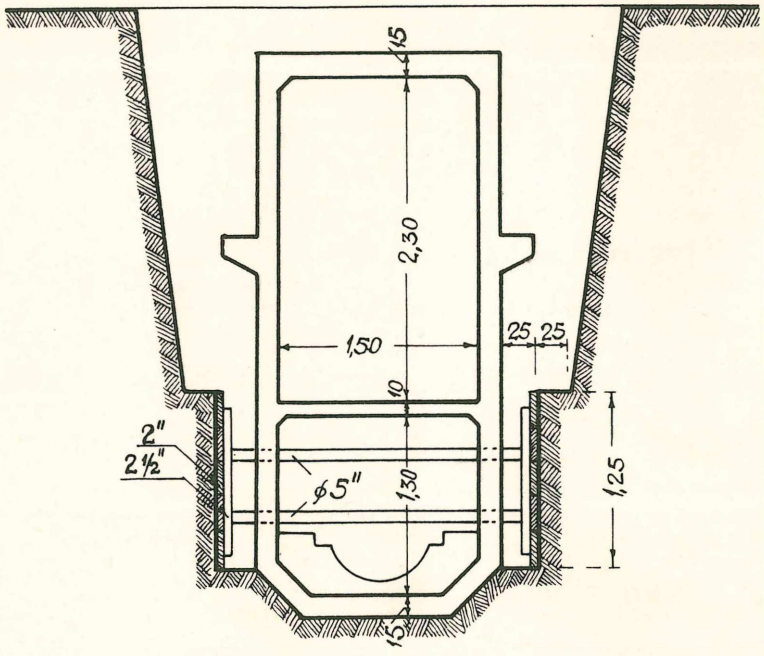
PIŪVIS 6-6'

701 vaizd.

Statant V. D. U-to Medicinos Fakulteto naujas klinikas Kaune, buvo rastas statybos vietoje toks gruntas: Alluvium'o sluoksniai, sudarą patį viršutinį juodžemio sluoksnį (~ 0,25 m) ir žvyrmolio pasluoksnį (~ 0,10 m) Diluvium'o kietas molis iš raudonų ir tamsiai melsvų sluoksnių (bendrai 3—7 m), po jais smėlis bei žvyras (vietomis vandeningas) bendro sluoksnių 1—3 m storumo, o giliau vėl kietas raudonas molis.

Tokiame mišriame grunte trobesių pamatus dėti buvo nelengva; juos teko dėti iš dalies moliniame grunte ir iš dalies smėliniame grunte (ir sausame, ir vandeningame). Tas pat buvo ir su požeminių galerijų statyba.

Kasant pamatams guolius ir galerijoms tranšėjas, kieti moliniai sluoksniai laikėsi beveik vertikaliai, o smėliniai sluoksniai iškasose buvo palaikomi vertikaliai išremtais lentiniais išklojimais (žr. 702 v.).



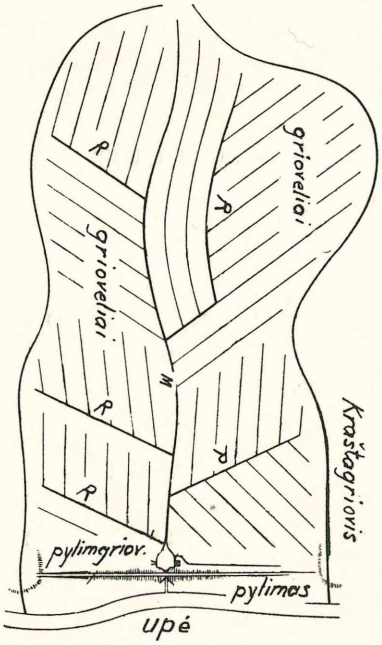
702 vaizd.

PASTABA: Klinikų galerijos yra **švarios** — maistui ir švariems baltiniams, jose patalpinti aukščiau dugno prie sienų vandentiekio ir centralinio šildymo vamzdžiai, ir **nešvarios** — juodiems baltiniams, atmatoms, lavonams, kanalizacijos srutoms.

Platesnių statybos vietų nusausinimas.

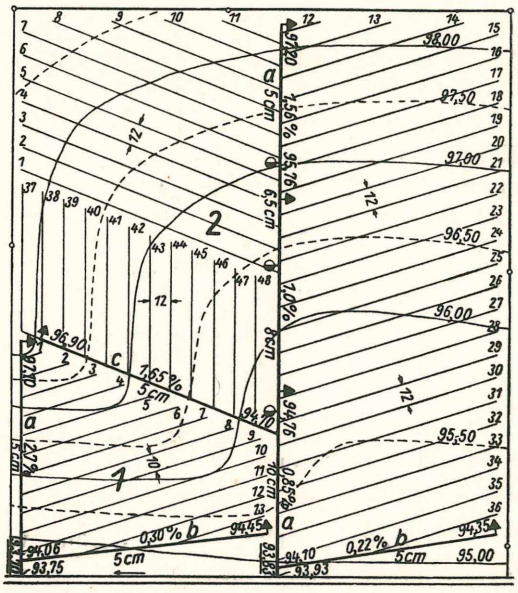
Sąryšy su statyba dažnai esti reikalinga nusausinti ir žemės plotus apie statybas, būtent: kiemus, aikštes, sodus, parkus, daržus, aerodromus ir kt. Vietos nusausinimas bendrai yra daromas atvirais grioveliais ir grioviais (žr. pavyzdį 703 vaizde) ir pridengtu drenažu (žr. pavyzdį 704 vaizde). Tuo ar kitu būdu vietos sausinimus techniškai yra kenksmingai aukštai stovinčio gruntinio vandens tam tikro sluoksnio nutraukimas, jo horizonto pažeminimas pagal reikalą iki tam tikro gilumo, būtent: kiemui, aikštei apie 1 m, pievai apie 0,6 m, sodui, laukui apie 1 m ir t.t. Jei nusausinamą

Atviras vietos nusausinimas prad. grioveliais ir grioviais (R, P, M)



703 vaizd.

Dengtas vietos nusausinimas drenažo vamzdžiais (prad., rink. ir magistr.)



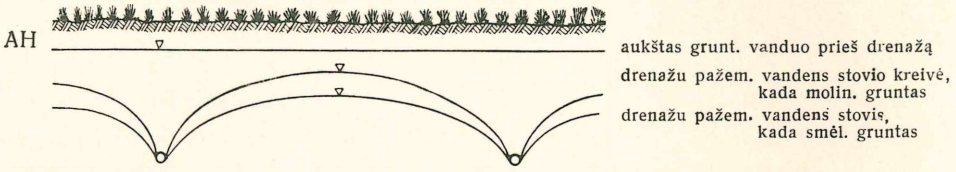
nuolydžių persilaužimai.
diametrų pasikeitimai.

704 vaizd.

gruntą perskrosti skersai griovių arba drenažo linijų, tai pamatysime, kad grunto vanduo yra nutraukiamas grioviais ar drenažo vamzdžiais giliausiai jų vietose (iki dugno), o toliau nutraukiamo vandens horizontas vis kyla pagal parabolinę kreivę, pasiekdamas maksimum aukščio viduryje tarp dviejų gretimų griovių arba drenažo linijų (žr. 705 vaizdą). Atviro vietos sausinimo griovių tinklą arba dengtą drenažą reikia taikinti prie vietos konfigūracijos. Tam tikslui turi būti padaryta vietos niveliacija ir išvestos horizontalės kas 0.5 m (žr. pavyzdį 704 vaizde).

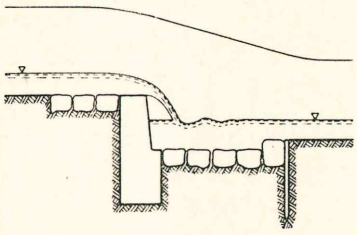
Atviro vietos nusausinimo grioviai daromi trapecinės formos su dugno pločiu $b = 0{,}3—0{,}5—0{,}75$ m, o gilumu $t = 0{,}6—1{,}0—1{,}5$ m, taikinantis prie reikiamo vandens pažeminimo gilumo ir grioviu nuleidžiamo vandens kiekio $Q = v.F$, kuris priklauso nuo vietos metinio kritulių sluoksnio storio h, ir priimama, kad q sl/ha $= 0{,}25—0{,}35—0{,}8$ sl/ha, jei nėr kitų davinių.

Drenažo vamzdžiais nutraukiamo gruntinio vandens depresijos kreivės, esant sunkiems moliniams gruntams (viršutinės) ir lengviems smėliniams gruntams (apatinės)



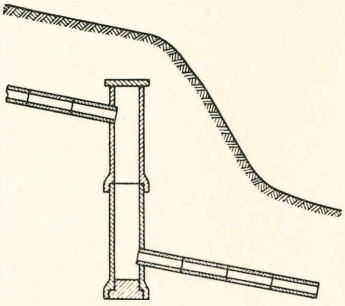
705 vaizd.

Reikalingas kritimas (slenkstis), kada J didelis ir v neleistinas grioviui



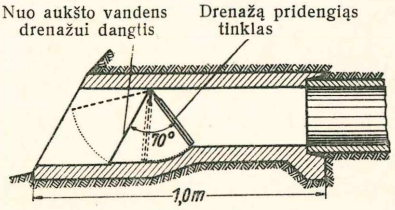
706 vaizd.

Dengto drenažo kritimas (slenkstis)



707 v.

Drenažo galas

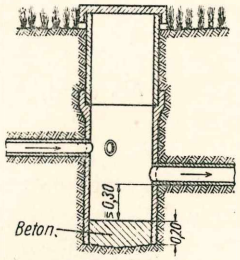


708 vaizd.

Perein. vamzdis

709 vaizd.

Drenažo kontr. šulinis



710 vaizd.

Griovių ir šlaitų lėkštumas priklauso nuo grunto ir pagal Krüger'į priimtinas:

šlynas arba grynas molis	1 : (1—$1^1/_4$)
smėliamolis	1 : $1^1/_2$
smėlis su juodžemiu . .	1 : 2
purus smėlis	1 : ($2^1/_2$—3)
durpinis gruntas . . .	1 : (0,1—0,5—1,0).

Kad griovio šonai ir dugnas neišsiplautų (griovis neužgriūtų), tekąs griovy vanduo neturi viršyti turimam gruntui leistino greičio max v, būtent:

1) puriam smėliui . . . . . max $v = 0{,}5$ m/s
2) rupiam smėliui ir durpiagrunčiui . . max $v = 1{,}0$ m/s
3) šlynasmėliui ir moliui . . . . . max $v = 1{,}5$ m/s
4) rupiam žvyrui . . . . . max $v = 2$ m/s

Jei pagal griovio dugno nuolydį J ir hidraul. rad. $R = \frac{F}{P}$ greitis v gaunamas $>$ max v, tai griovy reikia daryti vandens kritimus (slenksčius), kaip parodyta 706—7 vaizd. kad J ir $v = c\sqrt{RJ}$ būtų mažesni, leistini.

Pagal Ganguillet ir Kutter $c = \dfrac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$, kur šiurkštumo koeficientas $n =$

- 0,010 — labai švelnūs cem. kanalai ir med. obliuoti
- 0,012 — lentiniai kanalai
- 0,014 — iš tašyto akmens sienos
- 0,017 — iš laužto akmens sienos
- 0,025 — labai gero stovio upeliai
- 0,030 — upės su mažu nešmenų kiekiu arba nežymiai apželusios, tvarkomi grioviai
- 0,035 — upės su daugeliu nešmenų, arba labai apželusios ir netvarkomi, nelygūs grioviai.

Kutter duoda $c = \dfrac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$, kur drenažui $m \cong 0{,}30$

Tada $Q = v \cdot F = F \cdot \left(\dfrac{100\sqrt{R}}{0{,}3 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J}\right)$,

kur prie puspilnių drenažo vamzdžių

$$R = \frac{F}{P} = \frac{\pi d^2}{4 \cdot 2} : \frac{\pi d}{2} = \frac{d}{4} \quad \text{ir} \quad J = \frac{h}{l} \leq 0{,}002 .$$

Pagal Bazin'ą $c = \dfrac{87}{1 + \frac{a}{\sqrt{R}}}$, kur $a =$

- 0,06 — šveln. cem. tinkas ir obliuotos lentos
- 0,16 — tašytas akmuo, neobliuotos lentos
- 0,46 — laužto akmens ir plytų mūro dugnas, sienelės
- 0,85 — grįstas dugnas ir šlaitai
- 1,30 — tvarkingos upės ir tėkmės
- 1,75 — akmenuotos arba apžėlusios upės.

Forchheimer duoda:

$$Q = v \cdot F, \quad \text{kur} \quad v = \lambda \cdot R^{0{,}7} \cdot J^{0{,}5}, \; \lambda = \frac{1}{n} = \frac{1}{0{,}03} = 33{,}33 \quad \text{ir} \quad J \text{ yra } {}^{0}/_{00}$$

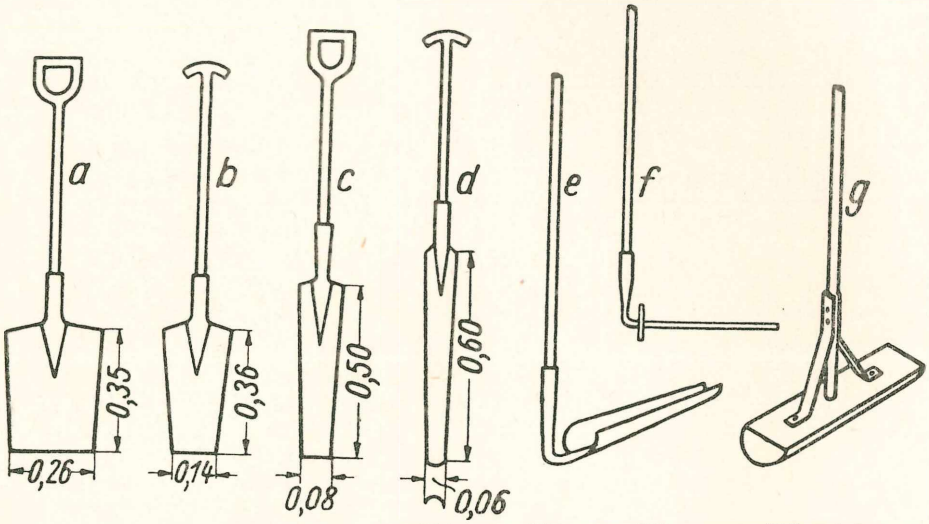
(tūkstant. dalys).

Praktiškus drenažų išskaičiavimus žr. prof. Kolupailos paskaitose iš hidrologijos ir melioracijos ir kt.

PASTABA: Drenažas, vandenį nutraukdamas, gruntą ventiliuoja, jį žymiai atgaivina.

Drenažo darbams vartojami įrankiai

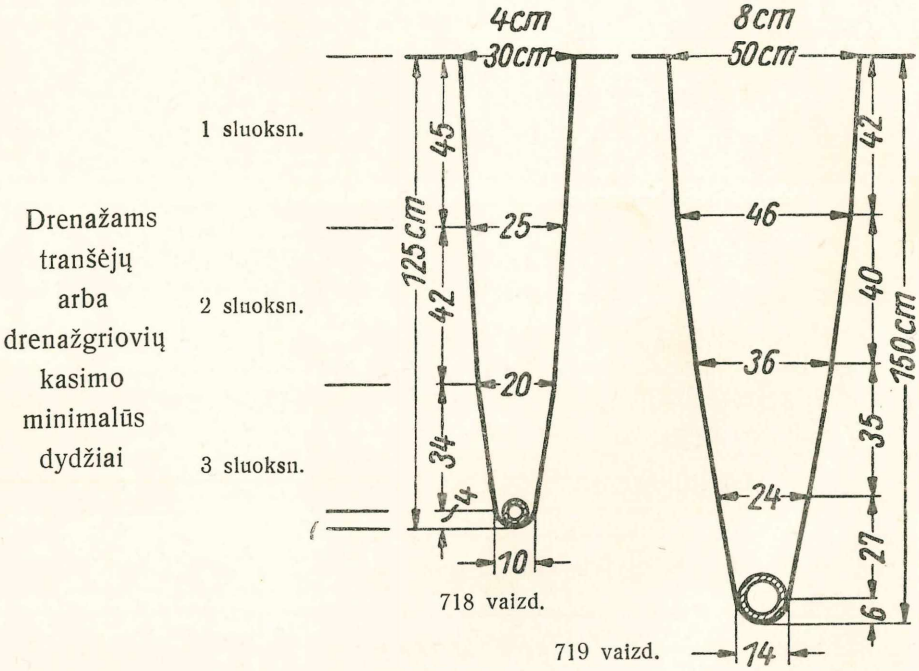
Atviram vietos nusausinimui grioviai atkasami paprastais žemės darbams kastuvais, o dengto drenažo vamzdžiams padėti vartojami *specialūs kastuvai* (a, b, c, d) sulig vamzdžių diametrais, dugnui kuopti yra pritaikytas *kuopstis* (e), vamzdžiams dėti — vartojamas *dėklis* (f) ir be reikalo perkastam dugnui arba išpurintam užplūkti vartojamas *plūktuvas* (g). Viršutinis atkastas žemės sluoksnis reikia atskirai krauti, kad, užpilant, jis vėl paliktų viršutiniu sluoksniu.



711 vaizd. 712 v. 713 v. 714 v. 715 v. 716 v. 717 vaizd.

Pradin. traukikas (Sauger) **Rinkikas** (Sammler)

Drenažams tranšėjų arba drenažgriovių kasimo minimalūs dydžiai



718 vaizd.

719 vaizd.

III. Pamatai (fundamentai)

A. Gruntų tyrimas

Kiekvienas pastatas turi savo svorį Q, savo pamatu spaudžia į gruntą plotu F ir duoda vienetinį ($1\,cm^2$) spaudimą $\downarrow q$ tokį:

$$\downarrow q = \frac{Q\,kg}{F\,cm^2}.$$

Jei pastatas nesmenga, ramiai stovi, tai reiškia, kad jis sužadina visur tokią pat grunto reakciją arba grunto vienetinį ($1\,cm^2$) pasipriešinimą $\uparrow\sigma$ ir

$$\downarrow q = \uparrow\sigma = \frac{Q\,kg}{F\,cm^2}.$$

Tokią pusiausvyrą sudaryti yra lengva tada, kada gruntas yra visur vienodas, turi vienodą atsparumą, gali vienodai reaguoti į visur vienodą viršutinį spaudimą; bet jei gruntas nevienodas, ir jo atsparumas po pamatais įvairus, tai lengvai gali ištikti su pastatu katastrofa, už kurią statytojas yra atsakingas.

Po didesniais pastatais visur vienodas gruntas retai būna, o dažniausiai įvairus. Todėl numatomo statyti pastato fundamentų vietose reikia gruntus ištirti, sužinoti jų maksimalius ($\max\sigma_1 \ldots\ldots \max\sigma_n$) ir leidžiamus atsparumus ($\sigma_1, \sigma_2 \ldots\ldots \sigma_n$), kad jiems (leidžiamiems atsparumams) galima būtų taikyti slėgimus $q_1 = \sigma_1 \ldots\ldots q_n = \sigma_n$, reguliuojant q fundamentų praplatinimu ar susiaurinimu, ar fundamentų stiprinimo būdais (žr. fundamentus).

Plati statybos praktika ir tyrinėjimai įvairioms gruntų rūšims duoda atitinkamus joms leidžiamus atsparumus. Bet tie leistini atsparumai priklauso nuo grunto rupumo, jo drėgnumo, sluoksnio storumo ir kaimyninių sluoksnių. Todėl statybų vietose gruntų tyrimas yra būtinas.

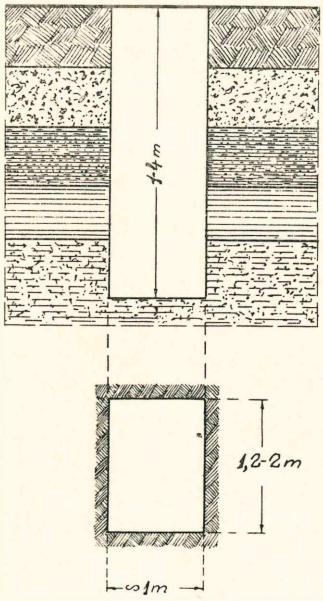
Pagal aplinkybes gruntų tyrimo būdai gali būti įvairūs, kaip žemiau išdėstyta.

1. Paprastos duobės (Schurfgrube, пробная яма) kasimas

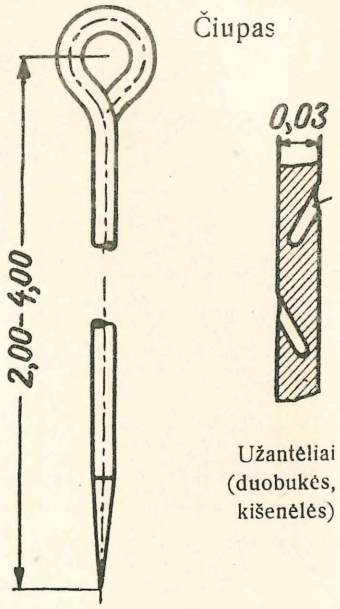
Trobesiniams pastatams su pamatų gilumu 1–2 m galima dažnai pasitenkinti paprastu duobės, panašios į šulinį, kasimu, jei neturima žemgrąžčio. Yra visada pageidaujama, kad pačių pamatų apačių vietose gruntas būtų neišjudintas, nesugadintas atsparumui; maži pažeidimai, kaip gręžskylės, pavojaus nesudaro, bet ir jas reikia gruntu ar betonu užplūkti.

Gruntams tirti duobės daromos tokios, kad gruntą galima būtų išmesti, būtent: apie 1 m platumo, apie 1—2 m ilgumo ir iki 1—4 m gilumo.

720 vaizd.



721 vaizd.



2. Čiupu (Sondierstahl, щуп) gruntų apčiuopimas (čiupinėjimas).

Čiupas yra geležinis arba plieninis smailus strypas apie 15—25—40 mm storumo, apie 1,5—3—4 m ilgumo, turįs viršuje ąsą imti rankomis ir prietaisus jį spausti žemyn, sukti ir traukti jį aukštyn.

Strype yra iš aukšto užkirstos duobukės (kišenėlės) su tarpusavio atstumais 15—30 cm; truktelėjus čiupą aukštyn, duobukės prikabina tam tikrų gilumų grunto puvyzdžių, pagal kuriuos ir galima spręsti apie gruntų sluoksnius ir jų savumus. Smeigiant metalinį strypą žemėn, galima jausti, per kokius ir kaip susigulėjusius sluoksnius jis lenda, o ištraukus pagal pavyzdžius duobukėse visai tiksliai nustatyti grunto sluoksnių rūšį, storį, gilumą.

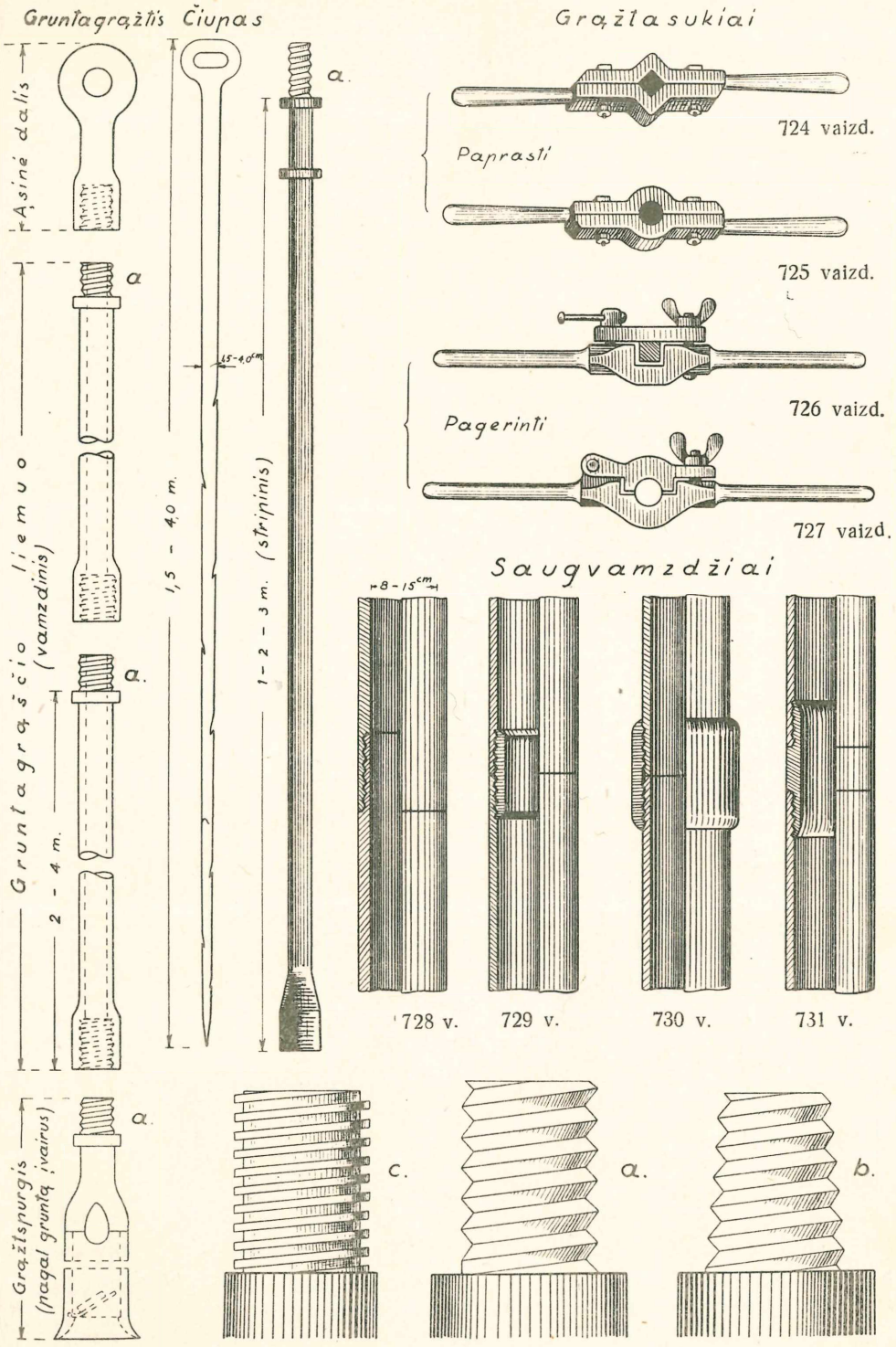
Iškasus duobę, galima toliau gruntą čiupinėti čiupu, pasiekiant 7—8 metrus bendro gilumo, kurio paprastai ir pakanka.

3. Gruntų tyrimas žemės grąžtais (žemgrąžtis, gruntagrąžtis, Grundbohrer, земляной бур)

Gilesniam ir tikresniam gruntų tyrinėjimui vartojami įvairūs žemės grąžtai (gruntagrąžčiai). Kiekvienas toks grąžtas susideda iš viršutinės ąsinės dalies, toliau grąžto liemens (dažniausiai vamzdinių strypų [štangų] 2,5—5,0 cm storio, 2—4 m ilgio) ir apatinės, storesnės už liemenį, grąžto dalies (grąžtspurgio, grąžtgalio; žr. 722 vaizd.),

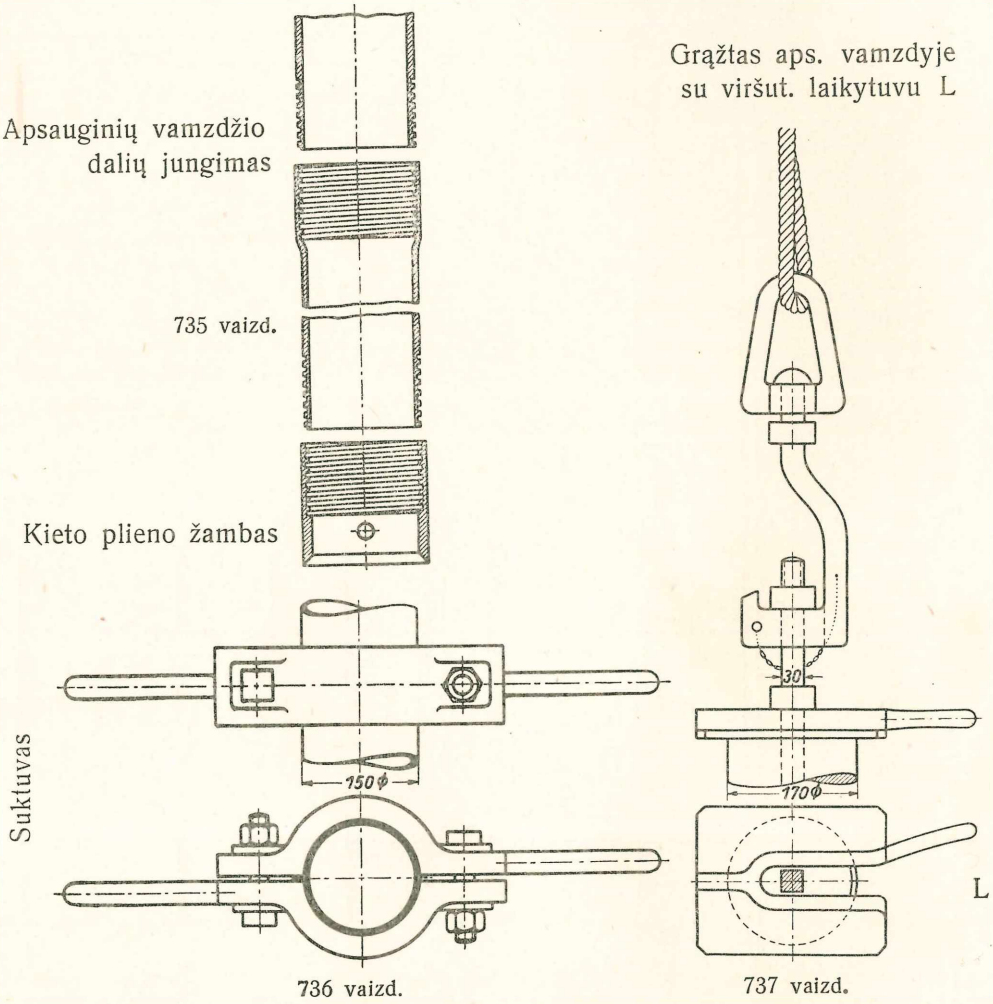
Prie grąžtų sukimo yra vartojami grąžtasukiai, paprasti ir pagerinti (žr. 724—7 vaizd.),

Gruntams tirti įrankiai



Grąžtų štangų galai yra jungiami, kaip rodo 722 vaizd.

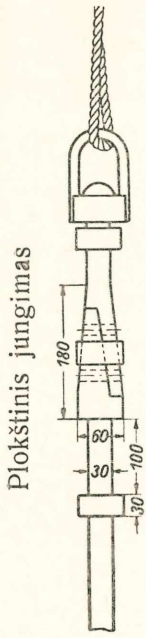
Kad, darant skylę ir traukiant grąžtą aukštyn su grąžtspurgyje paimtu grunto pavyzdžiu iš tam tikro gilumo, skylė neužgriūtų, tai yra vartojami apie grąžtą metaliniai vamzdžiai, didesnio diametro už grąžtspurgį, būtent 8—15—20 cm diametro. Jų įdomių sujungimų galima matyti 722—31 vaizd.



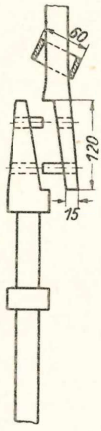
Gręžimo skylėms apsaugoti ir grąžtams gręžimą palengvinti vamzdžiai gali būti vadinami: skylvamzdžiais, apygrąžtiniais vamzdžiais, apygrąžčiais (Futterrore, обсадные трубы), apsauginiais vamzdžiais; jie įgilinami į gruntą spaudžiant ar sukant arba kalant (žr. 736 vaizd.). Pati skylė yra daroma grąžtspurgiu, grąžtą spaudžiant žemyn ir jį sukiojant, kad išpurintų gruntą ir jį išimtų pačiu grąžtspurgiu, jei jis tam pritaikytas (juo imama skysti ir minkšti gruntai), arba specialiu atskiru šaukštu (juo imami grąžtu išpurinti kieti gruntai — žvyras, molis ir uolų iškalos).

Zemgrąžčio kitoniškos detalės.

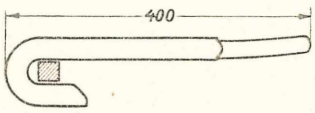
738 vaizd.



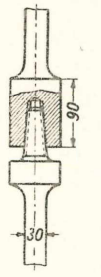
739 vaizd.



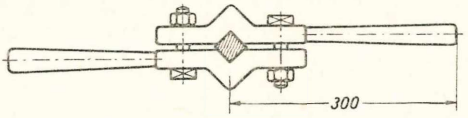
741 vaizd.



740 vaizd.



Sraigtinis jungimas

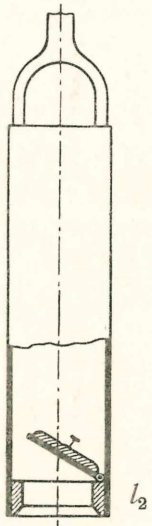


Suktuvas

742 vaizd.

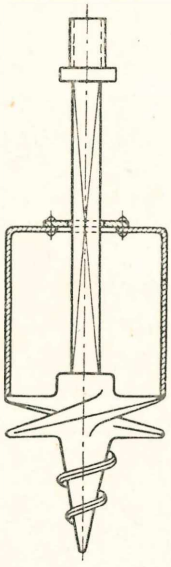
Grąžtspurgiai

Skystiems, minkštiems gruntams



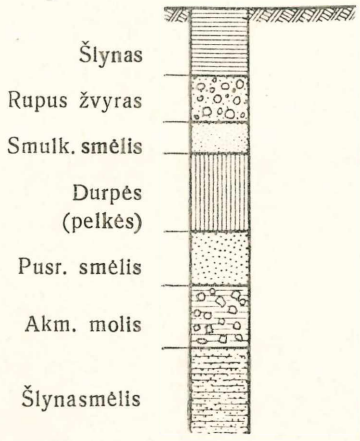
743 vaizd.

Vidutin. gruntams (Tellerbohrer)



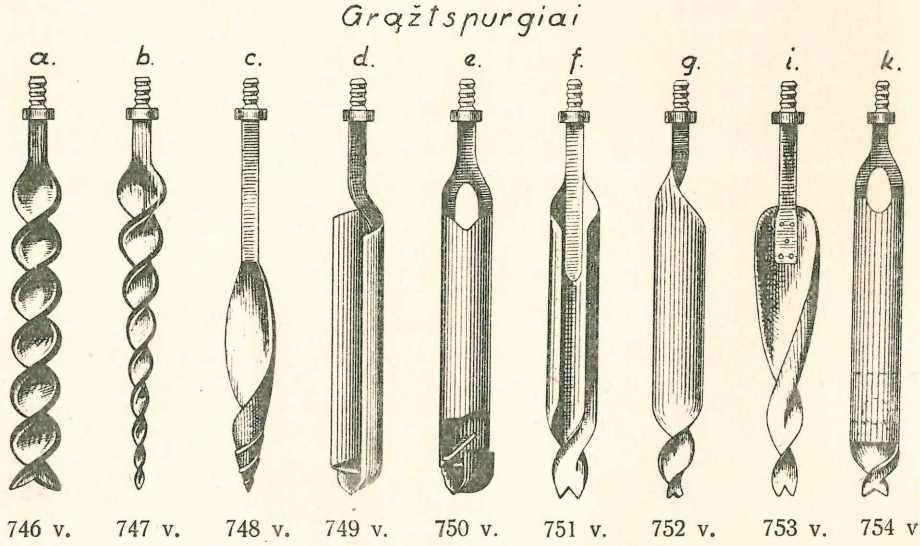
744 vaizd.

Gręžinio geologinis profilis



745 vaizd.

Grąžtspurgiai vartojami įvairūs, žiūrint, koks yra gręžiamas gruntas (kietas, minkštas, byrąs, limpąs, skystas). Kietam byrančiam gruntui (susigulėjusiam smėliui, žvyrui, žvyrgždui, sausam moliui) patartina vartoti sraigtinį grąžtų tipą *a*, *b*, *i* (žr. 746—7 ir 753 vaizd.), drėgnam, limpančiam — moliui ir šlynui yra labiau vartotini *c*, *f*, *g* (žr. 748 ir 751 vaizd.), minkštiems — *d* ir taip pat *f*, *g*, l_1 (žr. 749 ir 751—2 vaizd.), skystiems — *e* ir *k*, l_2 su vožtuvais (žr. 750, 4 vaizd.) danktelio arba metalinio rutulėlio pavidalo. Vožtuvai atsidengia, kada grąžtspurgis gilinamas, ir užkrenta, užvožia gruntskylę, kada iškeliamas. Vožtuviniai ir grąžtspurgis *d* gali būti pavartoti ir grąžtspurgiais *a*, *b* išpurintiems gruntams išimti.

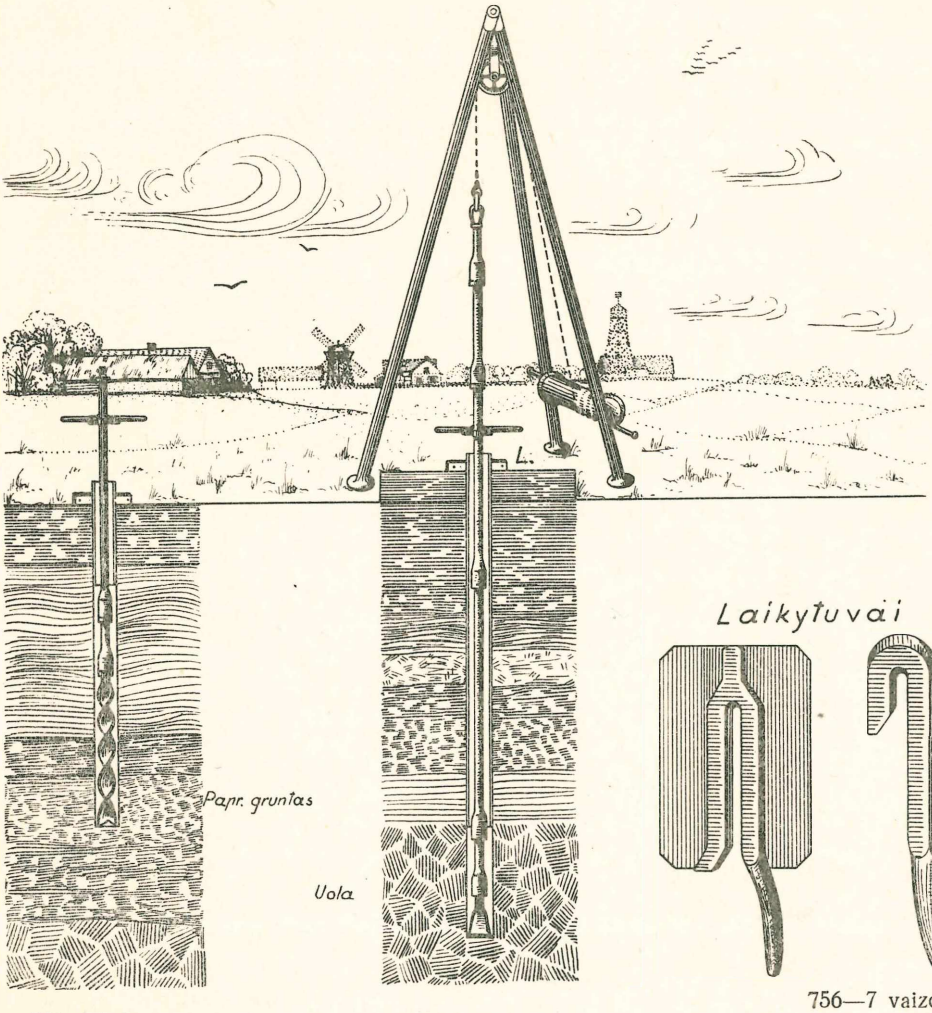


746 v. 747 v. 748 v. 749 v. 750 v. 751 v. 752 v. 753 v. 754 v.

Gręžimo skylei tiesiai laikyti vartojamas viršum žemės medinis padėklas — laikytuvas L (žr. 755 vaizd.) ir laikytuvai (žr. 756—7 vaizdai) viršum apyvamzdžių.

Grąžto dalims tvirtai suimti, susukti, atsukti yra vartojami suktuvai — raktai *a* ir *b* (žr. 758 vaizd. ir 759 vaizd.). Grąžto svoriui nulaikyti ir jį kiloti prie gręžimų vartojamas medinis ar geležinis vamzdinis išnarstomas trikojis su reikalingais prietaisais (žr. 760 vaizd.); prie negilių paprastame grunte gręžimų galima apsieiti ir be trikojo (žr. 761 vaizd.). Gręžimo darbams darbininkų reikalinga mažiausiai 2, daugiausia 6 ir vadovas, kuris veda gręžimą, surašo rezultatus ir padaro kiekvieno gręžimo skylės profilį, nurodydamas praeitus grunto sluoksnius, sudaro skylių planą ir išilginius profilius, kad būtų matyti, kaip klostosi grunto sluoksniai.

Gruntams gręžti įrankiai

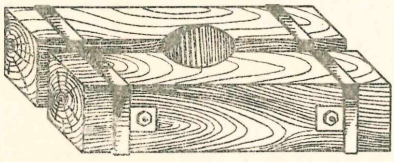


761 vaizd.

Laikytuvai

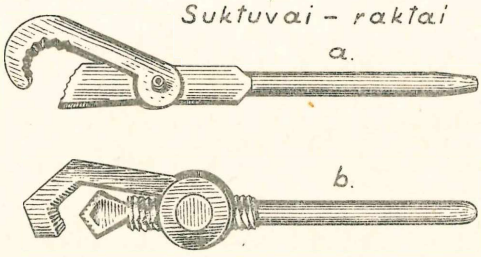
756—7 vaizd.

L.



755 vaizd.

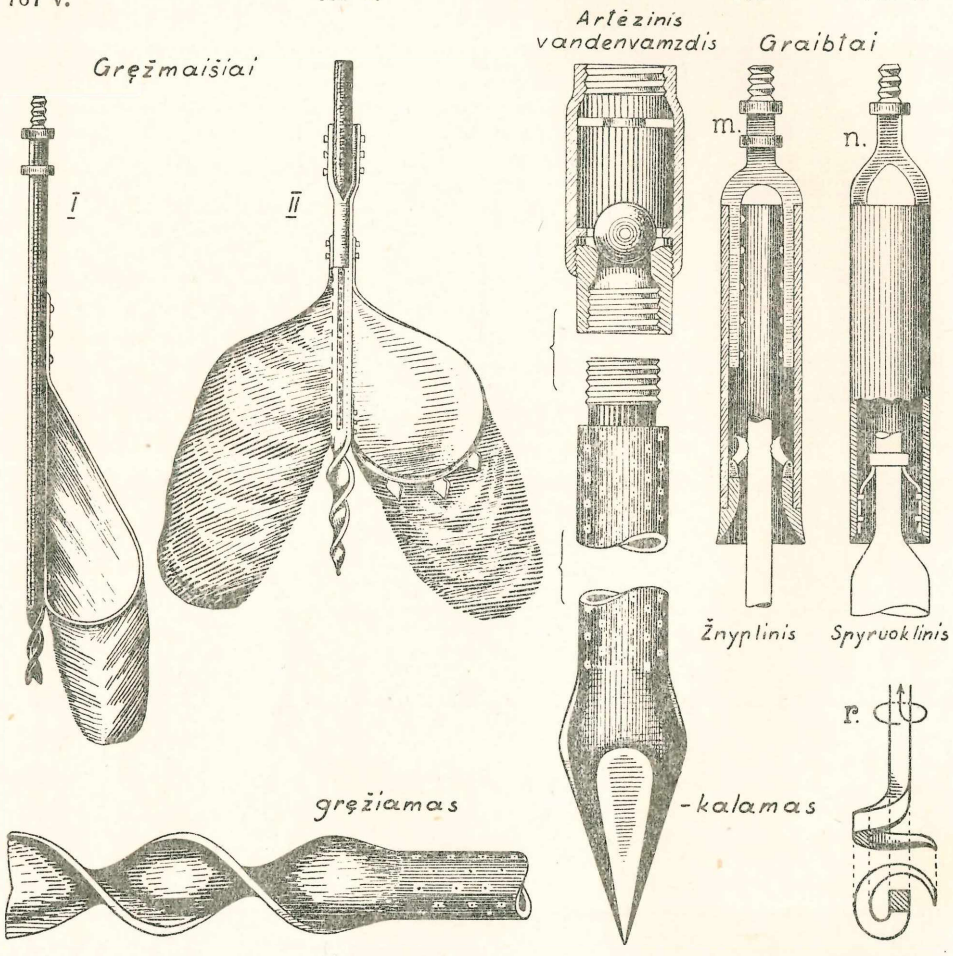
Suktuvai – raktai



760 vaizd. 758 ir 759 vaizd.

Nulūžusios ar šiaipjau grąžto dalims giliai skylėje atsidūrusioms užgriebti ir išimti yra vartojami žnypliniai (m), spyruokliniai (n) ir sraigtiniai (r) graibtai (žr. 762—3 ir 764 vaizd.).

767 v. 768 v. 762 v. 763 v.



766 v. 765 v. 764 v.

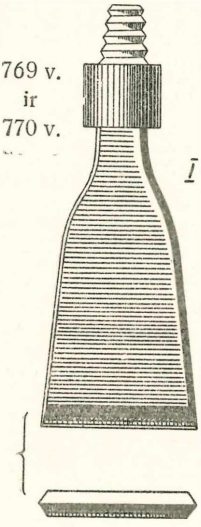
Gręžimai daromi ne tik gruntų rūšims tirti, bet ir geresniam vandeniui gauti iš gilių žemės sluoksnių. Tokie gilūs vandens šaltiniai yra vadinami arteziniais šuliniais, arba Abisinijos šuliniais. Arteziniai vandenvamzdžiai (šuliniai) turi įkalamą smailą tvirtą galą (spurgą) arba gręžiamą galą (žr. 765 ir 766 vaizd.).

Gilūs šuliniai gali būti daromi ir kombinuotai: paviršiuje paprastas šulinys, iškasamas gręžmaišiais *I, II* (žr. 767 ir 768 vaizd.) arba kitu būdu, o giliau, iki vandeningojo sluoksnio, arteziniai vamzdžiai be šoninių skylių, bet su pompiniu rutuliniu vožtuvu; žemiau vožtuvo eina grąžtinė skylėta įkalamoji ar įgręžiamoji dalis su kietu tvirtu masyviniu aštriu galu; ši dalis ima švarų vandenį iš vandeningo sluoksnio.

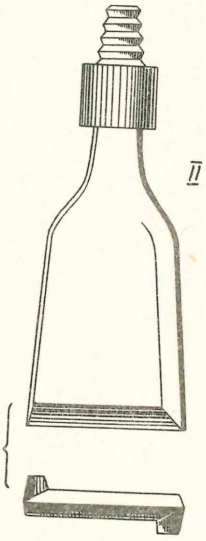
Kietoms uoloms gręžti-kalti plieno kaltai

Plokščias

769 v.
ir
770 v.

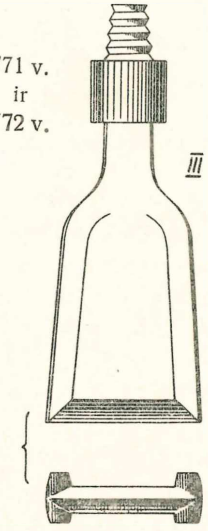


Zetinis

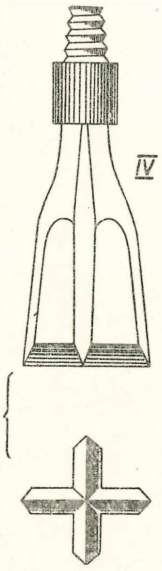


Dutėtinis

771 v.
ir
772 v.

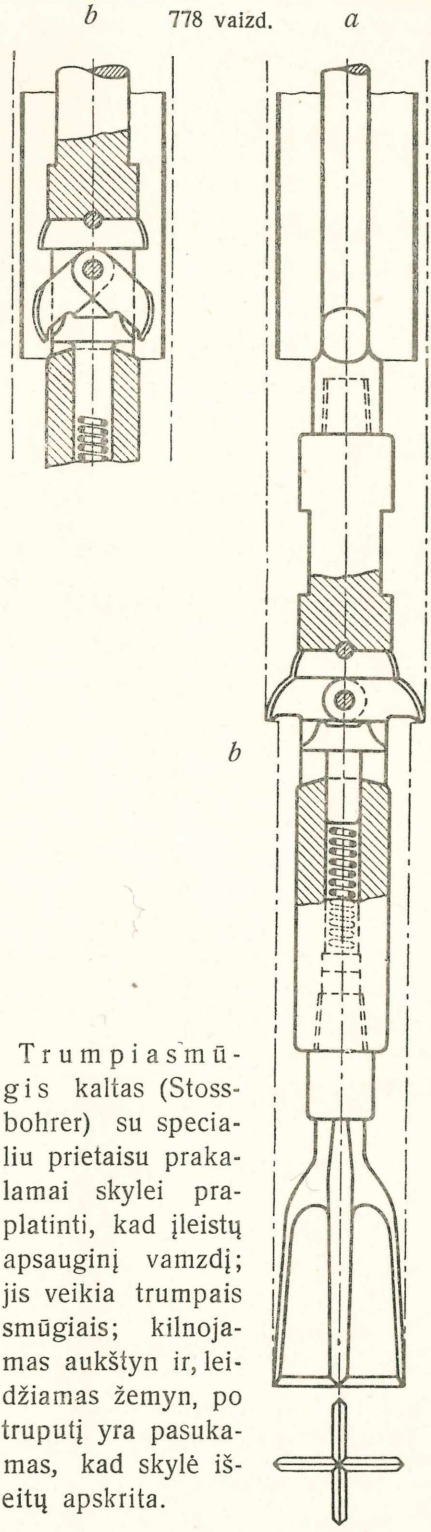


Kryžinis



Kietą uolą kalant, skylėje kyla didelė temperatūra; jai sumažinti reikia pilti vandenį. Iškalos, susimaišiusios su vandeniu, išsemiamos grąžtspurgiu l_2 ir k.

778 vaizd.

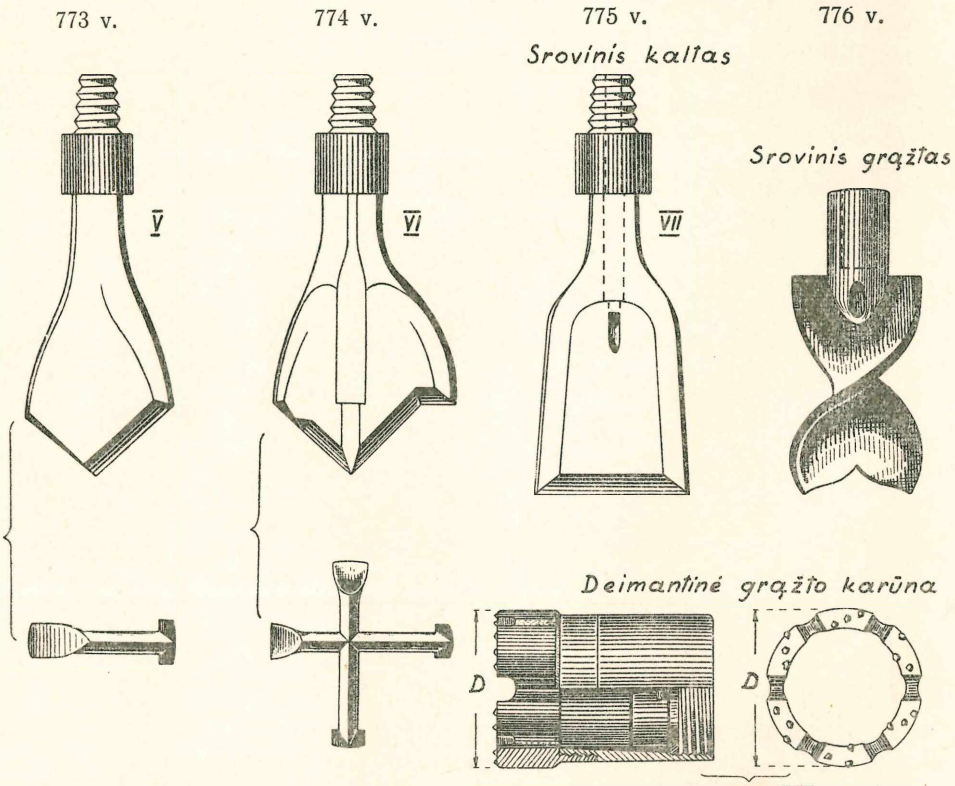


Trumpiasmūgis kaltas (Stossbohrer) su specialiu prietaisu prakalamai skylei praplatinti, kad įleistų apsauginį vamzdį; jis veikia trumpais smūgiais; kilnojamas aukštyn ir, leidžiamas žemyn, po truputį yra pasukamas, kad skylė išeitų apskrita.

Jei gruntams tirti ar vandeniui gauti reikia praeiti uolų sluoksnius, tai vartojami kaltai, kurių žambai, žiūrint reikalo, esti labai įvairios formos *I*—*VI* (žr. 769, 770, 771, 772, 773 ir 774 vaizd.). Iškalama smulki masė išsemiama. Geriau yra kalti uolas kartu su sroviniu plovimu, tada kaltas *VII* ne taip kaista, ilgiau laikosi (žr. 775 vaizd.). Srovė padeda kaltui ir išplauna smulkias iškalas. Gruntams gręžti vartojamas srovinis grąžtas (žr. 776 vaizd.).

Kietoms uoloms gręžti (dildyti) būna vartojamas grąžtas su ypatingais kietais ašmenimis iš deimantų (deimantinis grąžto vainikas, karūna, žr. 777 vaizd.). Jis būna komplikuotas, brangus, bet gilioms kietoms uoloms gręžti — neišvengiamas. Vartojamas ir pagerintas kaltas pagal 778 v.

Ypatingi gręžkalčiai



777 vaizd.

Padarius statybos vietoje reikalingus gruntų gręžimus (pastato kampuose, viduryje, sienų persikirtimuose ir pagal reikalą kitur (5–50 m), reikia sudaryti gręžskylių planą, padaryti gręžskylių niveliaciją, surišant ją su kokiu nors pastoviu reperiu, iš atskirų gręžskylių profilių sudaryti išilginius ir skersinius bendrus geologinius profilius, kad aiškiai būtų matyti, kaip krenta surasti žemės sluoksniai, koks jų storis, kur gruntinio vandens horizontas sausros metu ir lietingame periode.

Atliekant grunto gręžimus ir išimant pavyzdžius, reikia kreipti dėmesį į grunto švarumą, jo spalvą, kvapą ir, abejotinais atsitikimais su gruntu ar jo vandeniu, duoti juos į laboratoriją ištirti, ypač kada fundamentai dedami iš betono ar gelžbetonio.

Grunte ar vandeny puvimo procesai, rūgštys (mėlynas lakmuso popierius raudonuoja), kai kurie mineralai yra betonui pavojingi: jie betoną suėda, išpurina, į byrančią medžiagą paverčia. Blogas grunto ar vandens kvapas, o kai kada ir krentančios į akį juosvos grunto dėmės rodo jų pavojingumą.

Pavojingos rūgštys yra: H_2SO_4, H_2S, SO_3, CO_2, $(NH_4)OH$ — amoniakas ir kt., ypač kada jos greitai gaminasi (durpynai, balos, srutos, kanal. vanduo).

Pavojingi mineralai su siera (S), arba sulfitai: gelžžvyris (FeS_2), kuris, šlyne būdamas, duoda pavojingą sieros rūgštį H_2SO_4; toliau yra calcinis sulfatas — gipsas ($CaSO_4$), magnezinis sulfatas ($MgSO_4$), natrinis sulfatas (Na_2SO_4), magnezinis chloridas ($MgCl_2$), amon. sulfatas (Ammoniumsulfat) $(NH_4)_2SO_4$ ir kt.

Statybinis gruntų tyrimas turi siekti po pamatais paprastai 3—4—5 metrus gilumo, o kartais ir daugiau. Jei tame gilume nėra minkšto (išteužusio) grunto sluoksnio, duobių, nuožulnių grunto sluoksnių ir gilyn gruntas randamas vienodas ar vis tvirtesnis, tai pamatams gruntas (popamatė) yra tvarkoje, specialių priemonių imtis nereikia (žr. pamatų konstrukcijas geruose pamatuose).

Jei pasitaiko įvairus gruntas pamatų guolių apačiose, arba popamačių gilumoje (3—4—5 m), tai pamatai gali trūkti, krypti, ir visas namas plyšti, svirti, slysti, todėl čia pamatas reikia specialiai konstruoti (žr. fundamentų konstrukcijas su silpnais blogais gruntais).

Jei galima, tai pastato vietą visados reikia stengtis nusausinti iki rūsių pamatų, kad patalpos būtų sausesnės, sveikesnės (kaip tai yra padaryta prie Fizikos Chemijos Instituto Linksmadvaryje ir kitur), arba ir giliau, jei tai reikalinga statybos darbų atlikimo sumetimais ar pastato geresniam laikymuisi (kaip tai buvo padaryta prie V. D. U-to Naujų Klinikų statybos Kaune, viso nuo paviršiaus žemės apie 6 m gilumo, kad nutrauktų vandenį iš po storais molio sluoksniais gulinčio vandeningojo smėlio sluoksnio).

Nusausinimas yra atliekamas pagal vieną iš statybinių drenažų būdą, kaip nurodyta statybos kurso I tome 116 psl. 216—224 vaizd.

B. Gruntų našumas (Bangrundstraehigkeit, сопротивление грунта).

1. Gruntų našumui (atsparumui) tirti būdai.

a) Krentančio kūno į gruntą smegimu

Jei paimsime cilindrinį ar keturkampės formos kūną su apačios plotu f ir iš aukščio H leisime jam kristi į žemę, tai jis savo svorio jėga Q įsimuš į žemę per h ir apsistos, kada kritimo energija (darbas $\downarrow Q \cdot H$) išsieikvos — pasinaikins priešingai veikiančia grunto reakcija (grunto atsparumu $\uparrow \sigma \cdot f$), kurią sutiks kūno apačia žemės paviršiuje ir nustums per h iki pusiausvyros susidarymo. Jei neskaityti trinties jėgos tarp kūno šonų ir žemės, tai turime lygtį:

$$QH = (\sigma_0 \cdot f)\, h, \text{ iš kur}$$

$\sigma_0 = \dfrac{Q \cdot H}{f \cdot h}$; tai yra paprasta ir dažnai pakankama.

Tikriau bus:

$$Q \cdot H = (\sigma_0 \cdot f + \tau \cdot P) \cdot h,$$

kur P — paviršinis perimetras, τ — trinties jėga $= \mu \cdot pE$, kur

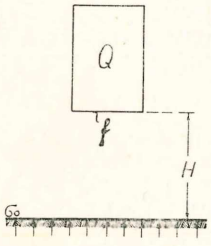
μ — trinties koeficientas,

p — vien. žem. spaud. $= r \cdot h \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^0 - \dfrac{\varphi}{2}\right)$,

σ_0 — vidutinišk. žemės atspar. (paviršmin —, gilume h max).

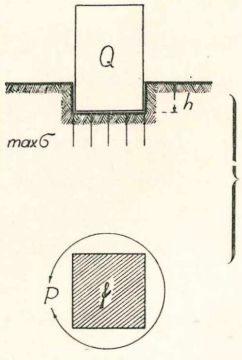
$$\sigma_0 = \frac{\dfrac{QH}{h} - \tau \cdot P}{f} = \frac{Q \cdot H}{h \cdot f} - \frac{\tau \cdot P}{f}$$

Krentąs kūnas Q



779 vaizd.

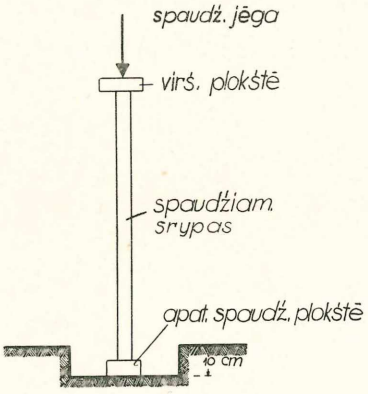
Įsmegęs kūnas Q



780 vaizd.

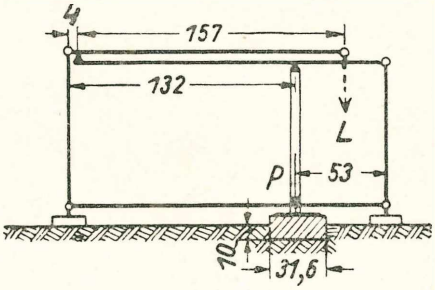
b) Instrumentais mėgintuvais (Gruntspaudžiais, Bodenprüfer)

Gruntų atsparumui mėginti spaudimu iš viršaus yra įvairių konstrukcijų instrumentų ir įvairių sistemų (paprasti *dinamometriniai, gyvsidabriniai* (Mayer), *decimaliniai-svarstykliniai* (Baugrund-Prüfmaschine von Buchheim & Heister, žr. schemą 782 vaizd.), *hidrauliniai, pneumatiniai, hidrauliniai-pneumatiniai* (Bodenprüfer Wolfsholz-Siemens-Bauunion) žr. schemą 783 vaizd. ir kt.).



781 v.

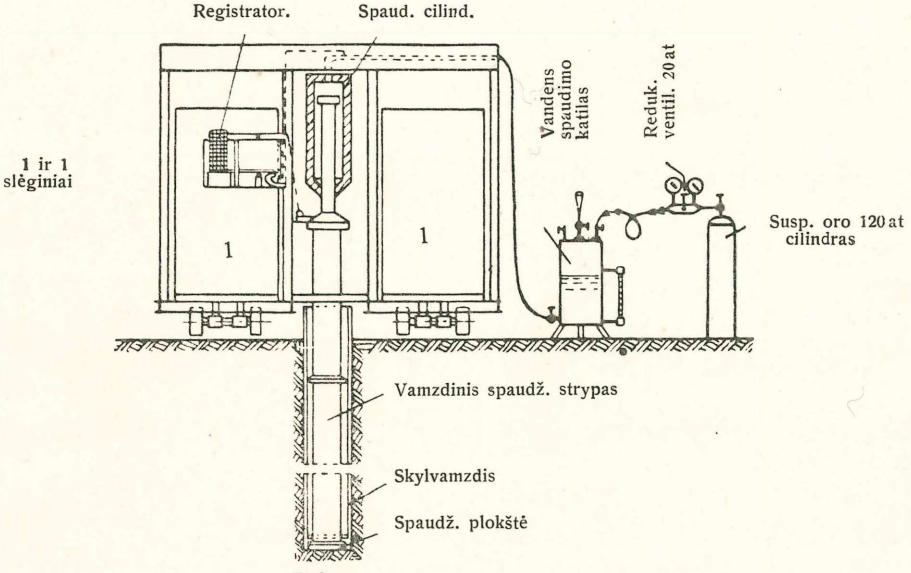
Firmos „BUCHHEIM & HEISTER“ gruntui bandyti mašina su mažu apslėgimu L ir dideliu spaudimu P



782 v.

$$P = L \cdot \frac{157+4}{4} \cdot \frac{132-4+53}{53} = 137{,}5 \cdot L$$ (L kib. su vand.)

„WOLFSHOLZ-SIEMENS-BAUUNION“ gruntui bandyti mašina



783 v.

Kiekvienas gruntspaudis privalo turėti apačioje gruntą spaudžiančią apriboto ploto ($f \cong 10—20\ cm^2$) tvirtą plokštę, joje įtvirtintą strypą, kurį veikia spaudžiančioji iš viršaus jėga (žmogaus ranka, ar užkraunamas svoris, ar hidraulinis spaudimas, ar pneumatinis spaudimas), spaudimo jėgos registratorius (kg/cm², arba at), konstatuoti plokštės (Prüfplatte) spaudimo jėgą (0,5—1,0—1,5—2—6 at) į bandomą gruntą ir tos plokštės smegimą (10—20—40—100—150 mm) gilyn. Grunto bandymas dažnai pradedamas ne nuo pat statybinio paviršiaus (pamato apačios), bet per 10 cm giliau (žr. schemas).

Taisyklingai darant bandymą, spaudimą didinti reikia palaipsniui (0,5—1,0—1,5—2—6,0 at) ir su pertraukomis maždaug po 30 min, kad kas kartą susidarytų tikra pusiausvyra tarp spaudimo $\downarrow q$ ir atsparumo $\uparrow \sigma$ ir jai atitinkamo tikresnio smegimo h mm.

Jei paimsime ordinatų ir abscisų ašis (žr. 784 vaizd.), nuo jų susikirtimo taško į viršų atidėsime $\downarrow q$, į dešinę susižadinančius $\uparrow \sigma$ (spaudimui q lygius), į ordinatų apačią atitinkamus spaudimui q smegimus h mm ir į abscisų kairę nuolatinio spaudimo laiką t min pusvalandžiais (po 30 min), tai gausime koordinatų sistemos schemą, į kurią galima bus įbrėžti kiekvieno taisyklingai daryto grunto atsparumo bandymo diagramą, susidarančią iš palaipsninio spaudimo (apslėgimo) pakopinės linijos (kairiajame viršutiniajame kvadrante) — apslėgimo linijos, vokiškai vadinamos Balastungszeit, iš smegimo laiko kreivės — Senkungszeit (kairiajame žemutiniame kvadrante) ir pačios smegimo linijos, vokiškai vadinamos Senkungslinie (dešiniajame apatiniame kvadrante).

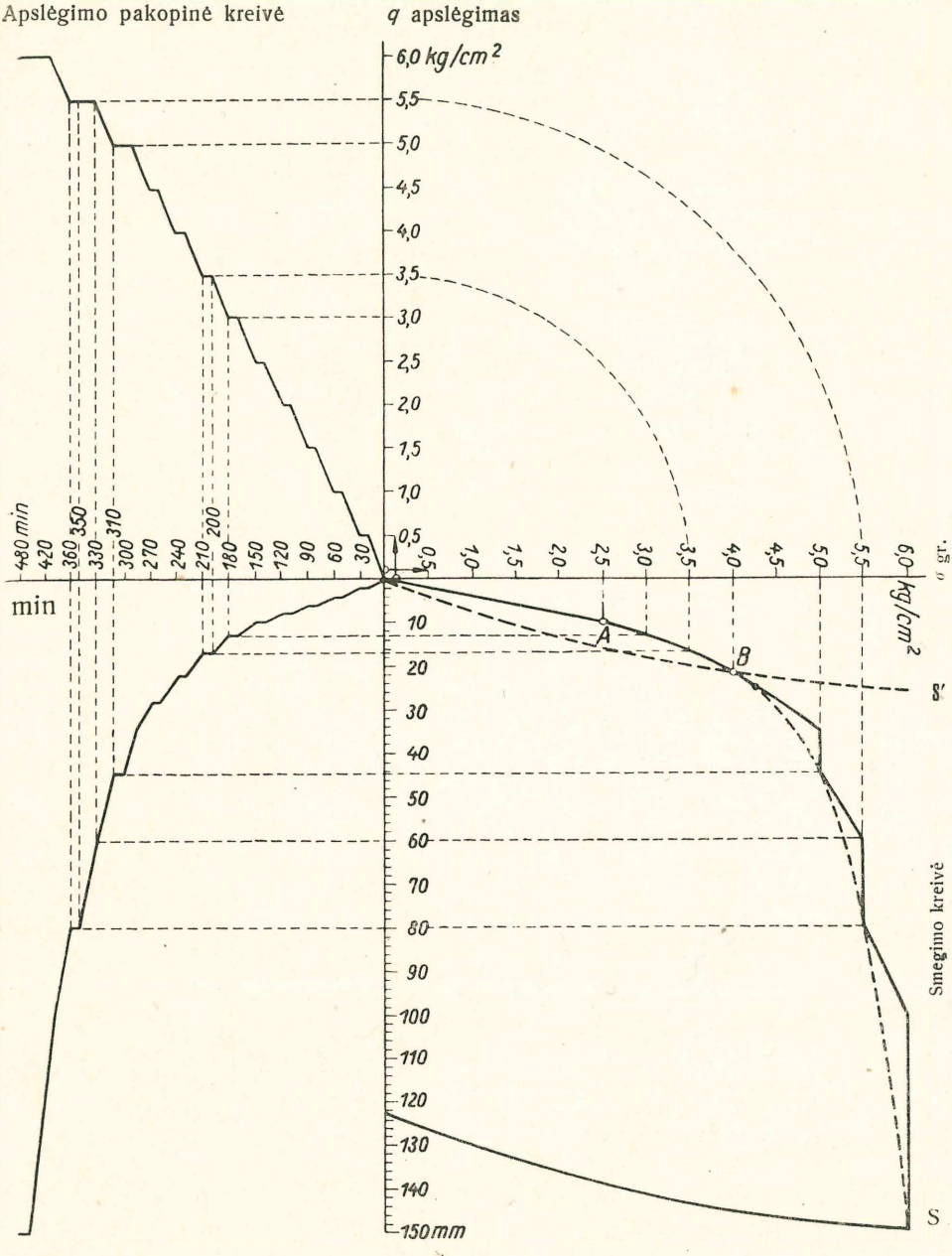
Smegimo plokštės smegimą periodiškai didinant, pradžioje smegimas h proporcionaliai auga, — gaunama tiesi linija iki A (proporcingumo riba, Proportionalitätsgrenze), nuo A iki B — elastiška kreivė (B — atsparumo riba), toliau laužyta.

Jei padarytą spaudimą taip pat palaipsniui mažinti, tai žemutiniame kairiajame kvadrante, grunto elastiškumo dėka, gaunama atslūginė kreivė (Schwellinie), kurią keldami lygiagrečiai ligi koordinatų centrų (žr. taškuotinę kreivę), gauname persikirtimo tašką B — grunto atsparumo riba (Grenztragfähigkeit). Už B jau gaunami smegimo šuoliai nuo to, kad ir slėgimo didinimo pertraukų metu plokštė dar smenga žemyn.

Vokiečių kraninis, geležiniais bėgiais važiuojąs ir savo svoriu atspiriąs spaudimo plačios plokštės ($\sim 0,1—0,15\ m^2$) didelę akciją, mėgintuvas (Bodenprüfer „Wolfsholz-Siemens-Bauunion“ — žr. 783 vaizd.) aiškiai atžymi visus reikalingus nusakytai pilnai grunto atsparumo diagramai išbrėžti duomenis.

Pagal vieno gruntų atsparumo bandymo gautus rezultatus išbraižytą grunto atsparumo pilną diagramą turime parodytą 784 vaizde.

Grunto atsparumo slėgimu bandymo diagrama



Smegimo laiko kreivė — *h* — gr. susigulėjimas (smegimas) — Atslūginė kreivė (Schwellinie)

784 v.

A–B smeg. kr.
A — proporc. riba
B– gr. atsp. riba, lygiagreti atslūgin. kr. S

$$\sigma_{leidž.} = \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{5}\right) \cdot \sigma_B = 2 - 1{,}6^{at}$$

c) Betarpišku grunto apkrovimu (Unmittelbare Probelastung, непосредственная нагрузка грунта)

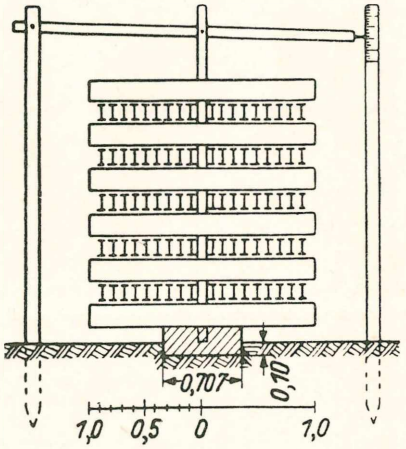
Betarpišku, daugiau statybišku, apkrovimo būdu bandymas, atliekamas platesniame grunto plote (spaudimo plotas 0,1—0,5—1,0 m²), reikalauja ilgesnio laiko, didesnio, bet prastesnio, prieinamesnio darbo.

Tuo tikslu galima sumūryti mūro stulpą apie 1 m aukščio iš akmens, plytų arba betono, arba padaryti iš gelžbetonio; galima pavartoti ir gelžbetonio plokštę apie 25 cm ir daryti palaipsninį apkrovimą iš statybos vietoje turimų svaresnių medžiagų: akmens, molio, žvyro, cemento statinėse ar maišuose, plytų, gelžbalkių.

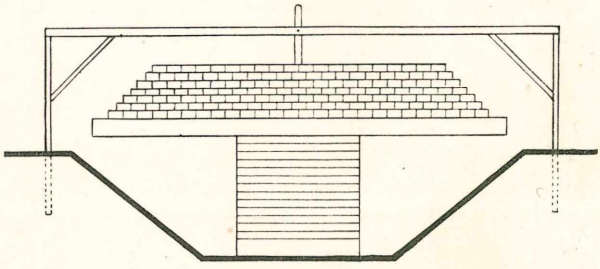
Didinant slėgimą (po 0,5 kg/cm² grunto) reikia stropiai registruoti laiką, svorį, smegimą; smegimui tikrinti — vartoti nivelyrą, arba įrengti automatinį suprastintą, bet patikimą registratorių.

Kad bandomai vietai nepakenktų vaikščiojimas ir darbas, yra geriau bandomo stulpo ar plokštės apačią dėti per 10 cm žemiau atkasto žemės paviršiaus (fundamentų gilume).

Grunto atsparumo betarpišku apkrovimu bandymo būdas išreikštas 785 ir 786 vaizduose. Šis būdas yra geras sausam ir drėgnam gruntui.

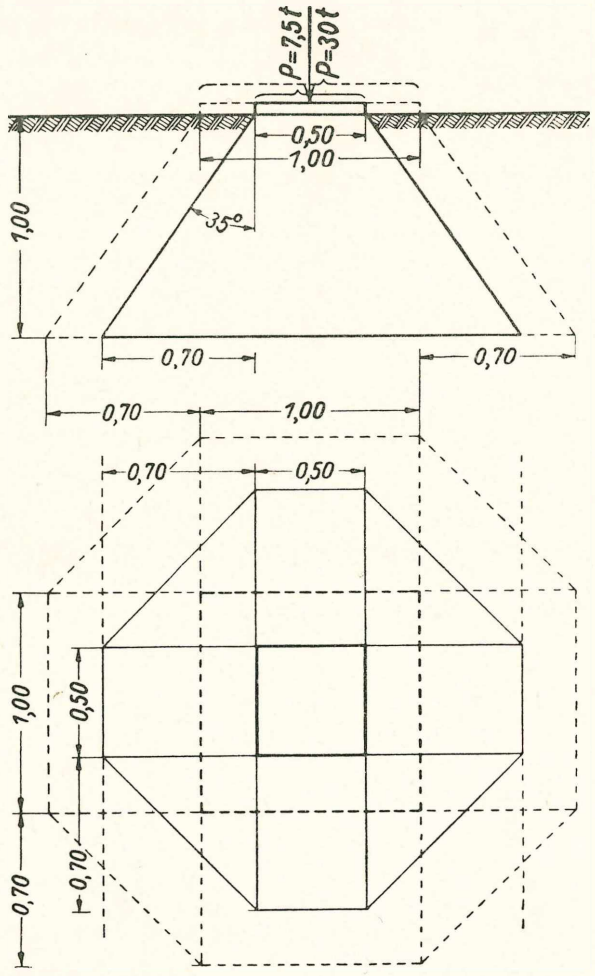


785 vaizd.


786 vaizd.

Grunto spaudimas nuo plokštės apačios su f cm² persiduoda gilyn, į visas puses, prasiplečiant iki F cm². Tas prasiplėtimas eina maždaug grunto byrėjimo (slinkimo) kampu $\varphi \cong 20—3—35—45^0$.

Kolonų spaudimas pastatuose yra visai tas pats, kas grunto atsparumą bandomos plokštės, tai yra, jų slėgimas persiduoda į visas puses prizmės, piramidės ar kūgio pavidalu atitinkamai jų pamatų formai.



787 vaizd.

Trobesių sienų spaudimas plečiasi tik į šonus; kampuose ir šiaip jau sienų susikirtimuose spaudimas plečiasi pusiau koloniškai.

Juo giliau, juo viršutinis grunto spaudimas yra mažiau jaučiamas. Įvairios formos pamato spaudimo plėtimąsi gilyn ir jo skaičiavimą gilumoje 1 m po pamatu (Lietuvoje maždaug pašalo riba) pagal 787 vaizdą turime, kaip matyti žemiau:

Pamato guolio dugne: $q^{at} = \frac{Q}{f}$ kg/cm²

a) jei sienos pamatas 50 cm ilgio ir 50 cm pločio ir $Q = 7500$ kg, tai $\downarrow q_o = \uparrow \sigma_o = \frac{Q}{f} = \frac{7500\text{ kg}}{50\text{ cm} \cdot 50\text{ cm}} = 3^{at}$ — dugne, o 1 m giliau dugno:

$$q_1 = \sigma_1 = \frac{Q + G\,gr}{F_1} = \frac{7500 + (0{,}5 \cdot 0{,}5 + 2 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}7) \cdot 1 \cdot 1600}{50^2 + 2 \cdot 50 \cdot 70} = 0.95^{at}$$

b) jei kolonos pamatas su $f = 50\ \text{cm} \times 50\ \text{cm}$, tai:

$$\frac{Q}{f} = \frac{7500}{50 \cdot 50} = 3^{at}$$ tas pats dugne, bet 1 m giliau dugno:

$$\sigma_1 = \frac{Q + G\text{gr}}{f} = \frac{7500 + \left(0{,}5^2 + 4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}7 + 4 \cdot \frac{0{,}7^2}{2}\right) 1 \cdot 1600}{50^2 + 4 \cdot 50 \cdot 70 + 4 \cdot \frac{70^2}{2}} = 0{,}45^{at};$$

1 m giliau dugno su 4 kart didesniu pamatu

$$f = 1\ \text{m} \times 1\ \text{m} = 1\ \text{m}^2 \text{ ir } Q = 4 \cdot 7500 = 30000\ \text{kg}$$

$$\sigma_0 = \frac{30000}{100^2} = 3^{at}$$ tas pat dugne, bet

$$\sigma_1 = \frac{30000 + \left(1^2 + 4 \cdot 1 \cdot 0{,}7 + 4 \cdot \frac{0{,}7^2}{2}\right) \cdot 1 \cdot 1600}{100^2 + 4 \cdot 100 \cdot 70 + 4 \cdot \frac{70^2}{2}} = 0{,}79^{at} > 0{,}45^{at}.$$

Tuo būdu matome, kad sienos yra blogesnėje padėtyje kaip kolonos prie to pat spaudimo $\left(\frac{Q}{f} = 3^{at}\right)$ pamato dugne, ir kad slėgimo plėtimasis grunte nuo q_0 — cont (3^{at}) prie įvairaus f tame pačiame gilume (1 m), po dugnu yra įvairus ($0{,}45^{at}$ ir $0{,}79^{at}$), kad besiplečiąs slėgimas, pamato plotui didėjant, taip pat didėja ($0{,}45^{at}$ ir $0{,}79^{at}$), o ne mažėja, bet neproporcingai ploto augimui.

d) Polių kalimu (Pfählenbelastungsprobe, вбиванием сваи)

Gruntas turi savyje tuštumų (Porenvoliumen): uolos 1—10%, šlynai, moliai — 10—25%, puresnės žemės 25—30%, smėliai 30—35%, žvyrai, žvirgždai 35–45%. Kada polis kalamas į gruntą, tai jis, darydamas sau taką, gruntą praskečia, jį apie save sutirština, sukietina. Grunto atsparumas poliui susideda iš apatinės reakcijos ($\Sigma\sigma$) ir šoninės trinties jėgos

$$T = \tau \cdot Ph,$$ kur P — apimtis,
h — gilumas

vienetinis $\tau = \mu \cdot P_E = \mu \cdot \gamma \cdot h \cdot \text{tg}^2(45^0 - \varphi/2)$.

Todėl tarp apslėgto polio bendro svorio — $(Q + G)$ ir bendros reakcijos $(\Sigma\sigma + T)$ pusiausvyros lygtis:

$$\Sigma\sigma + T = Q + G,$$ kur: Q — apkrovimas,
G — polio svoris.

$$Q = (\Sigma\sigma + T) - G$$

Trinčiai T didinti reikalingi polio šiurkštūs gumbuoti paviršiai (betono specialūs poliai). Mediniai poliai visada kalami laibgaliu žemyn, kad polis, aukštyn drūtėdamas, savo visais įkaltais paviršiais vienodžiau, tvirčiau atsiremtų į gruntą, daugiau galėtų kelti.

Tik į klampų (tešlinį) šlyną ar molį polį reikia kalti drūtgaliu žemyn kad jis grunte laikytųsi, o ne išsispaustų aukštyn ir išgriūtų. Minkštas šlynas ar molis drūtgaliu įkaltą polį laiko iš viršaus glaudžiai apėmęs ir traukia jį žemyn; taip į klampų gruntą įkaltas polis turi savo liemeniui storgalio padarytą per didelę laisvą skylę, gali judėti.

Jei atviroje jūroje sukalti polius į smėlį drūtgaliais žemyn, ir užeis bangavimas, tai poliai išsijudina, išsiplauna, išsišvaisto po jūrą ir krantus, žūsta, ir susidaro dideli nuostoliai.

Statybos darbams polių kalimas yra labai svarbus dalykas, jį tyrinėjo ir tyrinės visų šalių statybos darbų praktikai ir teoretikai.

Poliams kalti yra vartojamas prietaisas, vadinamas — polkalis, arba kaltuvas (žr. polių kalimo darbus), kuris būna rankinis ar mašininis; pats polio kalimas atliekamas su kaltuvo meška (Rammbaer, баба); jos svoris M geram darbui, kaip praktika rodo, turi santykiauti su polio svoriu (P) taip:

$$M \cong (1—1{,}5—2)\,P$$

Paprastas rankinis (atskiros meškos arba virvėmis prie kaltuvo) ir garinis meškos kilnojimo viršum polio aukštis $H = 0{,}5—0{,}75—1$ m, o suktuvinis rankinis ir motorinis kilnojimas siekia $1—3—5$ m.

Nuo kiekvieno atskiro meškos smūgio polis lenda į gruntą nevienodais šuoliais h, iš pradžios jie didesni ($h = 10—30$ cm), į galą mažesni — ($h = 5—1$ cm).

Atliktas išorinis meškos darbas ($D_{išor.}$) lengvai suskaičiuojamas ($D_{išor.} = \Sigma M \cdot H$), išvidinis grunto reakcijos darbas ($D_{išv.}$) yra komplikuotas; bet jei priimti vidutinišką bendrą reakciją už R, veikusią visą laiką polį įkalant per Σh, tai $D_{išv.} = \Sigma h \cdot R$, ir turime lygtį:

$$D_{išor.} = D_{išv.} = \Sigma (M + P) \cdot H = \Sigma h \cdot R,$$

arba:

$$(M + P) \cdot \Sigma H = R \cdot \Sigma h$$

$$\frac{M + P}{R} = \frac{\Sigma h}{\Sigma H} \quad \text{ir}$$

$$R = (M + P) \cdot \frac{\Sigma H}{\Sigma h}, \text{ kur } \Sigma h \text{ ir } \Sigma H \text{ prie darbo žinomi,}$$

Jei $P = 600$ kg, $M = 1{,}5 \cdot P = 900$ kg, $\Sigma h = 4$ m, $\Sigma H = 0{,}8$ m $\cdot$ 75 (kartų) $= 60$ m,

Tai $R = (900 + 600) \cdot \frac{60}{4} = 22500$ kg — tai yra apytikris statyb. polio atsparumas, bet praktiškai lengvai apčiuopiamas, vartotinas.

Bet čia ΣH sudaro silpną skaičiavimo vietą. Visada yra įdomu žinoti, baigiant polį kalti, galutinį smegimą (e) nuo paskutinio meškos M smūgio (Schlag, удар). Polių kalimas yra sunkus ir keblus dalykas, todėl jis yra daromas trumpais kėliniais, arba mūšiais (Hitze, залог), suduodant per kėlinį po $n = 10—15—20—30$ smūgių, tada pažymimi atskirų kėlinių polio smegimai (nuo n smūgių), ir tada paskutinis galutinis smegimas (e) išvedamas kaip vidutiniškas iš paskutinio kėlinio bendro smegimo (h cm) nuo smūgių skaičiaus n:

$$e = \frac{h}{n} \cong 0{,}25—1 \text{ cm} \quad — \text{ lengvai gaunamas.}$$

Turint galvoje šį prie polių kalimo galutinį smegimą e ir imant polių našumo atsargą $m = 2—3$, prof. Brix duoda praktikai vieną iš prasčiausių formulių:

$$Q = \frac{H \cdot P \cdot M^2}{m \cdot e \cdot (P + M)^2} \ (t), \text{ kur}$$

Q_t — poliui užkraun. statyb. svoris,
H cm — meškos kritimas,
P_t — polio svoris,
m = 2—3 atsargos koeficientas,
e cm — galutinis polio smegimas $\left(\frac{h}{n}\right)$.

Jei turime vidutinišką gruntą su

$$e = \frac{h}{n} = \frac{8 \text{ cm}}{20}, \ H = 80 \text{ cm}, \ P = 0{,}6 \text{ t} \ M = 0{,}9 \text{ t ir } m = 2, \text{ tai}$$

$$Q_t = \frac{80 \cdot 0{,}6}{2 \cdot \frac{8}{20}} \cdot \left(\frac{0{,}9}{0{,}6 + 0{,}9}\right)^2 = \frac{80 \cdot 0{,}6 \cdot 20}{2 \cdot 8} \cdot \left(\frac{0{,}9}{1{,}5}\right)^2 = 21{,}6^t.$$

Jei turime kietą molinį gruntą su $e = \frac{3 \text{ cm}}{20}$ ir $n = 2$, tai:

$$Q_t = \frac{80 \cdot 0{,}6}{2 \cdot \frac{3}{20}} \cdot \left(\frac{0{,}9}{1{,}5}\right)^2 = \frac{80 \cdot 0{,}6 \cdot 20}{2 \cdot 3} \cdot \frac{9}{25} = 57{,}6^t \quad — \text{ gauname per daug.}$$

Jei turime purų smėlį su $e = \frac{9 \text{ cm}}{10}$ ir $m = 2$, tai:

$$Q_t = \frac{80 \cdot 0{,}6}{2 \cdot \frac{9}{10}} \cdot \left(\frac{0{,}9}{1{,}5}\right)^2 = \frac{80 \cdot 0{,}6 \cdot 10}{2 \cdot 9} \cdot \frac{9}{25} = 9{,}6^t \quad — \text{ gauname per mažai.}$$

Išvada yra tokia, kad Brix'o formulė netinka kietiems gruntams, netinka ir silpniems gruntams, o tik apytikriai vartotina vidutiniškiems gruntams su $e \cong 0{,}3$ cm.

Dar turima Dörr'o sudaryta formulė, skaitoma pagal Benzel ir kt. tikresne:

$$Q_t = \gamma \cdot V \cdot \left(E_p + E_{tr} \cdot \mu \frac{U\,1}{2F}\right), \text{ kur}$$

Q_t — leidž. polio apslėgimas,
γ t/m^3 — grunto tūrinis svoris,
V m^3 — polių išspausto grunto tūris,
$E_p = \operatorname{tg}^2(45^0 + \varphi/_2)$ — pasyvus žemės spaudimas,
$E_{tr} = \frac{1}{Cs^2\varphi}$ — žemės spaudimas trinčiai,
$\mu \leqq \frac{1}{2} Sn\,2\varphi$ — grunto į polį trinties koeficientas,
U_m — polio apimtis (perimetras),
l_m — polio ilgis žemėje,
F_m^2 — polio skerspiūvis.

Pavyzdys:

Jei paimti žvyrsmėlį su $\gamma = 1{,}8$ t/m^3 ir $\varphi = 30^0$, polio $l = 10$ m ir $d = 0{,}3$ m, tai:

$$E_p = \operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{30^0}{2}\right) = 3{,}0\ ;$$

$$E_{tr} = \frac{1}{Cs^2\varphi} = 1{,}33\ ;$$

$$\mu = \frac{1}{2} Sn\,2\varphi = \frac{1}{2} Sn\,(2 \cdot 30^0) = 0{,}434\ ;$$

$$Q_t = 1{,}8 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}3^2}{4} \cdot 10 \cdot \left(3{,}0 + 1{,}33 \cdot 0{,}433 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}3 \cdot 10}{2 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}3^2}{4}}\right) = 1{,}27 \cdot (3{,}0 + 38{,}7) = 53^t\ .$$

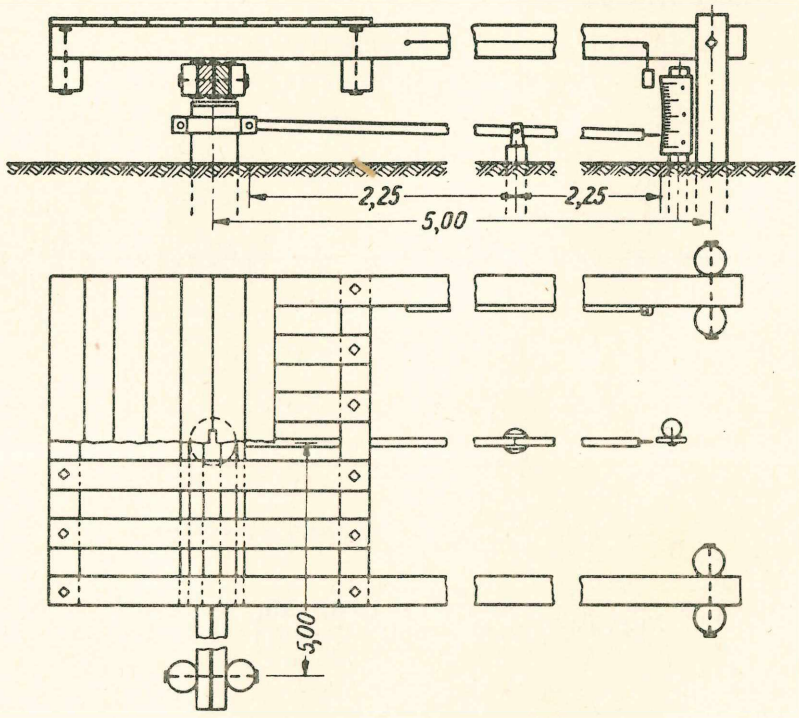
Bet ir čia parinkimas gruntams γ, φ ir ne visai prastas skaičiavimas sudaro keblumų ir netikslumų, todėl norint surasti, kaip tiksliai laikosi įkaltas statybiniame grunte polis, reikia patikrinti jo našumo galią darbų vietoje, kad statytojas pamatytų savo akimis, su kokiu grunto atsparumu turima reikalas ir kiek galima krauti (Q_t).

O. Colberg rekomenduoja daryti polio apslėgimą pagal jo duodamą brėžinį (žr. 788 vaizd.); jo apslėgiamoji platforma, kad nenukryptų, palaikoma iš dviejų šonų iš po platformos išleidžiamomis trimis sijomis, kurių galai įsprausti tarp porinių polių ir varžtais suveržti; polio smegimas automatiškai registruojamas.

Įkalto polio mygimas (slėgimas) pradedamas daryti įkaltam poliui atsipeikėjus, sukrėstam gruntui pusiausvyrą įgijus, nusistovėjus, įtempimams išsilyginus. Mažiausiai reikia išlaukti prie byrių gruntų dvi dienas, prie elastingų (Bindiger Boden, вяжущий грунт) — 7 dienas.

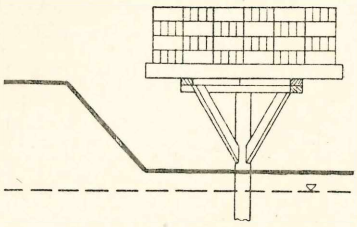
Platforma apkraunama palaipsniui maždaug po 5 t su pertraukomis. Apkrovimą ir grunto atsparumą tonomis (t), smegimą milimetrais (mm), laiką minutėmis (min) įnešus į koordinatų sistemą (žr. 784 vaizd.), galima surasti grunto atsparumo proporcingumo ribą (A) ir grunto atsparumo ribą (B).

Grunto atsparumui (polio našumui) bandyti platforminis su registratoriumi prietaisas pagal O. Colberg'ą



788 vaizd.

Paprastas polio apkrovimo būdas, tinkąs, panašiai O. Colbergo būdui, sausam ir vandeningam gruntui.



789 vaizd.

Bandomus ar šiaip jau polius kalant, visada reikia vesti tikslius užrašus (lapą — žurnalą) šio pavidalo (žr. Polio kalimo lapą):

Polio kalimo lapas (Rammliste, журнал забивки свай)

Laikas (Zeit, время)		Polis (Pfahl, свая)					Meška (Bär, баба)		Kėlinys (Hitze, залог)			Pastaba (Bemerkung, примечание)
				ilgis Pt								
Data	val.	№	d_m skersmuo	bendras m	žemėje m	svoris	Mt svoris	Hcm kritimas	№	n smūgių skaič.	hcm smegimas	
1938 VIII-16	10	1	0,3	12	0	0,6	0,9	80	1	20	130	Kaltuvas rankinis su trikoju; metalinė meška; gruntas — pradžioje minkštas, toliau vidutiniškas; darbas ėjo tvarkingai.
								90	2	20	120	
								100	3	20	100	
								110	4	25	125	
								90	5	30	135	
								120	6	15	90	
								120	12	20	8	
			0,3m	12 m	10 m	0,6 t	0,9 t	38000 cm		400	1000	

Visas polio atsparumas

$$R = (M + P) \cdot \frac{\Sigma H}{\Sigma h} = (0{,}9^t + 0{,}6^t) \cdot \frac{38000}{1000} = 57^t \text{ ir } Q = {}^1/_2 \cdot R = {}^1/_2 \cdot 57 = 28{,}5^t .$$

Jei polis įkaltas iki atsisakymo, ($e = 0{,}25—1$ cm smegimas nuo paskutinio smūgio), tai praktika rodo, kad polis gali kelti tiek tonų, kiek jo diametras turi cm; polio diametras priklauso nuo jo ilgio ir apytikriai imamas $d_{cm} = 12 \text{ cm} + (3 \cdot l) \text{ cm}$, kur l_m — polio ilgis $= 3—8$ m.

Prie polių kalimo darbų dar yra žinomos formulės:

Rettenbacher'io:

$$Q \text{ (polio apkrov.)} = \frac{f \cdot E \cdot h}{l} + \sqrt{\frac{2M^2 \cdot H \cdot f \cdot E}{M + P} + \left(\frac{f \cdot E \cdot h}{l}\right)^2} ,$$

leidžiant polio sumygimui tik:

$$\sigma_{sp} = \frac{Q}{f} = 50^{at} \text{ ir kada } l \leq 24 \text{ d};$$

E — medžiagos tamprumo modulis.

Woltmann'o: $Q = m \cdot \frac{H}{h} \cdot \frac{M^2}{M + P}$, kur $m = \frac{1}{4} — \frac{1}{8}$.

Imant pagal lentelę $P = 0{,}6^t$; $M = 0{,}9^t$; $H = 120_{cm}$; $n = 20$ ir $h_{cm} = 8_{cm}$ ir naudojant Woltmann'o formulę, gaunama:

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \frac{120}{8/20} \cdot \frac{0{,}92}{0{,}9+0{,}5} = 40{,}5^t .$$

Yra ir kitų formulių.

2. Gruntų popamatinio atsparumo diagramos ir bendras užkastų pamatų grunto atsparumas.

a) Popamatinio grunto atsparumo diagramos

Pomatinė gruntų atsparumo formulė, apimanti ir popamačio reakciją ($\Sigma\sigma$) ir šoninę trintį (T), yra ši:

$$\Sigma\sigma + T = Q + G .$$

Bet pamatai, gulį grunte, dažnai esti tuo ar kitu reikalu iš šonų atkasami, ir tada T neveikia, o visa turi pakelti $\Sigma\sigma$.

Todėl praktikoje prie negilių pamatų reikia pasitikėti tik tam tikru apatiniu atsparumu ($\Sigma\sigma$), jį mokėti apskaičiuoti analitiškai ir aiškiai reikšti grafiškai. Analitiniam skaičiavimui tarnauja formulės:

$$\sigma_x = \frac{(Q+G)}{f} \pm \frac{M_x}{W} = \frac{(Q+G)}{1 \cdot b} \pm \frac{Q+G}{\frac{1 \cdot b^2}{6}} = \frac{Q+G}{b} \cdot \left(1 \pm \frac{6\,e}{b}\right),$$

ekscentrinis spaudimas, kada slėginys $(Q + G)$ atitolsta nuo pamato apačios vidurio per $x = e$.

Pavyzdys:

$$Q + G = 20^t + 10^t = 30^t ; \; b = 1{,}5 \text{ m} ; \; x = e = 0{,}25 \text{ m}$$

$$\sigma = \begin{cases} \max \sigma_e = \dfrac{30\,000^{kg}}{100_{cm} \cdot 150_{cm}} \left(1 + \dfrac{6 \cdot 25_{cm}}{150_{cm}}\right) = 2 \cdot 2 = 4 \text{ kg/cm}^2 \; (4^{at}) \\ \min \sigma_e = \dfrac{30\,000^{kg}}{100_{cm} \cdot 150_{cm}} \left(1 - \dfrac{6 \cdot 25_{cm}}{150_{cm}}\right) = 2 \cdot 0 = 0 \text{ kg/cm} \; (0^{at}) \end{cases}$$

Toliau diagraminiuose vaizduose ir kai kur kitur sienų apkrovimas Q ir pačių sienų svoris G yra drauge žymimas tik viena raide G (suprastinimo dėliai).

Jei žemės paviršiuje (žr. 790 vaizd.) G spaudžia į gruntą plote b su $\frac{G}{b} = \sigma_o$, tai gilume h tas spaudimas, plėsdamasis kampu $\varphi^0 = 10^0 — 30^0 — 45^0$, gaunamas mažesnis, būtent:

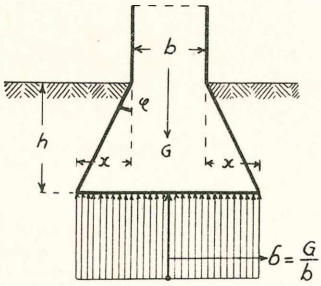
$$\frac{G}{b+2x} = \frac{G}{b+2h \operatorname{tg} \varphi^0} = \sigma_h < \sigma_o .$$

Prasčiausiame atsitikime, kada namas vieno aukšto, sienos žemos, mažo svorio ir spaudimą gauna tik nuo vienų lubų ir stogo, o gruntas geras, tai pakankamas fundamento platumas *b* esti toks pat, kaip viršum jo sienos storis (*b*), toks fundamenias yra nepraplatintas (žr. 798 vaizd.).

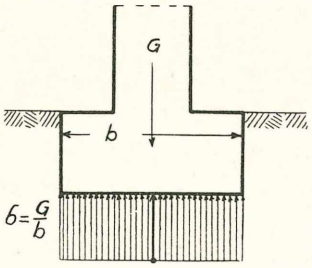
P a s t a b a: Kada kalbama apie sienos ar fundamento slėgimą į gruntą, tai visada reikia turėti galvoje sienos išpiovą 1 m = 100 cm ilgio, visą nuo pat apačios pamato iki pat viršaus sienos aukštį Hm ir tai išpiovai atitinkantį apkrovimą (nuo lubų ir stogo tokio pat pločio 1 m išpiovos, arba išrėžos); pamato apačia konstruojama taip, kad ji būtų horizontali, o ne pavojingai nuolaidi (žr. 796 vaizd.).

Grunto atsparumo diagramos ($\Sigma\sigma$)

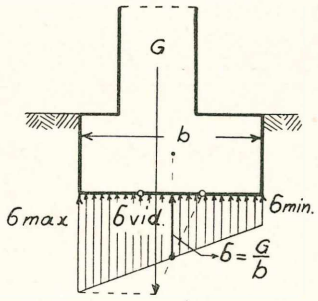
790 vaizd.



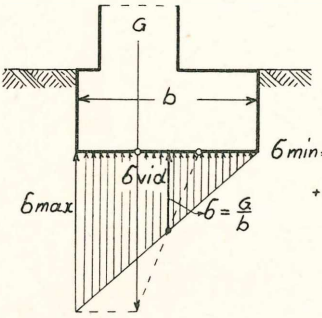
791 vaizd.



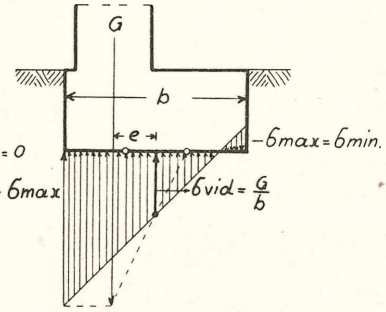
792 vaizd.



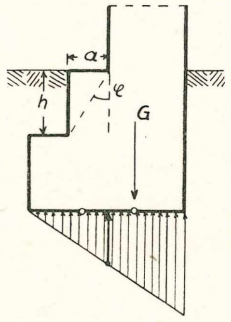
793 vaizd.



794 vaizd.



795 vaizd.



Bet prie kelių aukštų mūrinių trobesių ir blogesnių gruntų pamatai (fundamentai) daromi platesni ir gali turėti vieną iš formų pagal 820—23 v.

Prie centrinio spaudimo (žr. 790 ir 791 vaizd.) slėgimas į gruntą yra visur vienodas (viduryje ir kraštuose):

$$\downarrow q = \uparrow \sigma = \frac{G}{f} = \frac{G}{1 \cdot b} = \frac{G}{b},$$

arba $\uparrow \sigma \cdot b = \downarrow G$

Todėl aišku, kad visa grunto reakcija čia reiškiasi tam tikrame mastelyje taisyklingo keturkampio plotu.

Kada viso slėgimo jėga G atitolsta nuo vidurio b, tai po viduriu b pasilieka tas pat vidurinis (centrinis) spaudimas

$$\sigma = \frac{G}{b} \text{ — vidutinis,}$$

o tik prie pamato kraštų susidaro σ_{max} ir σ_{min}, kurie yra labai lengvai ir aiškiai surandami grafiškai nurodomu būdu (žr. 792 vaizd.); diagramos plotas yra trapecija.

Kada slėgimo G kryptis pereina per pamato pločio (b) vidutinio trečdalio $\left(\frac{b}{3}\right)$ ribos tašką (žr. 793 vaizd.), tai $\sigma_{min} = 0$, o $\sigma_{max} = 2 \cdot \sigma_{vid}$; visa diagrama virsta trikampiu.

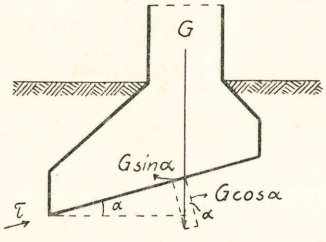
Kada G slėgimas pereina už pamato vidurio trečdalio ribos taško (žr. 794 vaizd.), tai tada diagrama susidaro su + ir —; $+\sigma_{max} > 2 \cdot \sigma_{vid}$ ir $-\sigma_{max} = \sigma_{min}$.

Tuose visuose keturiuose atsitikimuose (žr. 791, 792, 793 ir 794 vaizd.), jei G ir b juose vienodi, tai ir diagramų plotai vienodi.

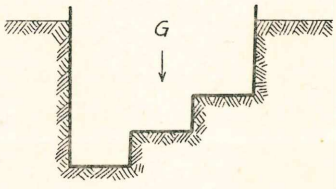
Jei namą reikia statyti prie namo ir fundamento plotą reikia platinti, ai tą platinimą galima plėsti tik į vieną pusę $\varphi^0 = 45^0 - 60^0$ (plytų mūras — betonas) ir užkarpomis a, aukščiu h, prisilaikant (žr. 795 v.):

$$\text{Tg } \omega = \frac{a}{h} = 1 - 1{,}7 .$$

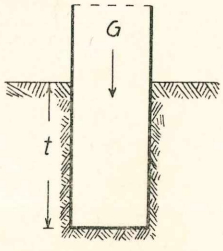
796 v.

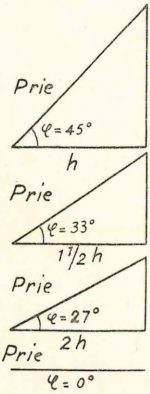


797 v.



798 v.





Jei $G = 16\ ^{ton}/_{m^2}$; $\gamma_z = 1{,}6\ ^{t}/_{m^3}$; tai $T = \frac{16}{1{,}6} = 10\ m$.

Žvyras ------ $t = \frac{T}{ctg^4(45° - \frac{45°}{2})} \cong \frac{T}{34} = 0{,}3\ m.$

Smėlis ----- $t = \frac{T}{ctg^4(45° - \frac{33°}{2})} \cong \frac{T}{12} = 0{,}9\ m.$

Molis ------ $t = \frac{T}{ctg^4(45° - \frac{27°}{2})} \cong \frac{T}{7} = 1{,}4\ m.$

Skystasmėlis.. $t = \frac{T}{ctg^4(45° - \frac{0°}{2})} \cong \frac{T}{1} = 10\ m.$

Pagal slėgimą G ir grunto rūšį (γ_z) turime gilumą:

$$t = \frac{G}{\gamma_z} \cdot \frac{1}{ctg^4(45° - \frac{\varphi}{2})} = \frac{T}{ctg^4(45° - \frac{\varphi}{2})}$$

Tuo būdu galimas maks. praplat. $a = (1 - 1{,}7) \cdot h$. Kada gruntas blogas, tai pamatas gaunamas labai praplatintas.

Pamato apačios nuolaidumas galėtų būti lygus grunto trinties kampui $\varphi = 10 - 30 - 40^0$; $\mathrm{Tg}\,\varphi = \mu$.

Pamatą šliaužina jėga $G\,\mathrm{Sn}\,\alpha$, o laiką trintis $\tau = \mu \cdot G\,\mathrm{Cs}\,\alpha$.

Kad pamatas nešliaužtų, turi būti:

$$\mu \cdot G\,\mathrm{Cs}\,\alpha \geqslant G\,\mathrm{Sn}\,\alpha,$$

$$\text{arba } \mu \geqslant \frac{\mathrm{Sn}\,\alpha}{\mathrm{Cs}\,\alpha} = \mathrm{Tg}\,\alpha = \mathrm{Tg}\,\varphi^0 \text{ ir } \alpha^0 = \varphi^0$$

— teoretinis skaičiavimas.

Praktiškai žiūrint, pamato nuolaidumo reikia vengti, jį panaikinant horizontalėmis užkarpomis (žr. 797 vaizd.).

b) Pamatų gilumas pagal gruntų rūšį

Juo grunto svoris (γ t/m^3) ir byrėjimo (trinties) kampas φ^0 didesnis, juo gruntas paprastai yra kompaktiškesnis, kietesnis, tvirtesnis, atsparumui geresnis; žemės gilyn gruntas eina geryn, jis daugiau kelia. Grunto atsparumas gilumoje $h = t$, arba tas gilumas t priklausomai nuo pastato spaudimo G, turimo grunto γ ir φ reiškiasi (žr. 798 vaizd.) taip:

$$t = \frac{G}{\gamma} \cdot \frac{1}{\mathrm{Ctg}^4\,(45^0 - \varphi^0/2)} = T \cdot \frac{1}{\mathrm{Ctg}^4\,(45^0 - \varphi^0/2)}.$$

Paaiškinimui paimsime šį pavyzdį:

tegu $G = 16$ t/m^2; $\gamma_{\check{z}} = 1{,}6$ t/m^3 (vidutiniškai);

$$T = \frac{16}{1{,}6} = 10\,\mathrm{m}$$ —

grunto 1 m^2 stulpo aukštis, kurį reikia sienos spaudimui (1 m^2) atsverti, kad pamatas (1 m^2) gilumoje t pradėtų smegti žemyn.

Pamato gilumas Lietuvoje apsiriboja grunto peršalimo giluma 1 m minimum ir toliau priklauso nuo γ (pavyzdyje $\gamma = 1{,}6$ t/m^3 — vidutiniškas), o daugiausia nuo φ^0, kuris esti 45^0 žvyr. — 0^0 skystasmėliui.

$$\text{Prie žvyro } t = \frac{T}{\mathrm{Ctg}^4\left(45^0 - \frac{40^0}{2}\right)} \cong \frac{10}{34} = 0{,}3\,\mathrm{m};$$

$$\text{prie smėlio } t = \frac{T}{\mathrm{Ctg}^4\left(45^0 - \frac{33^0}{2}\right)} \cong \frac{10}{12} = 0{,}9\,\mathrm{m};$$

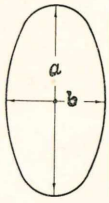
prie molio $t = \frac{T}{\mathrm{Ctg}^4\left(45^0 - \frac{27^0}{2}\right)} \cong \frac{10}{7} = 1{,}4\ \mathrm{m}$;

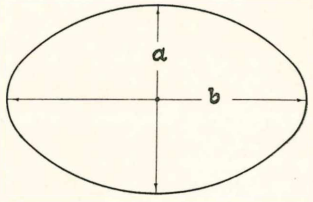
prie skystasmėlio $t = \frac{T}{\mathrm{Ctg}^4\left(45^0 - \frac{0^0}{1}\right)} \cong \frac{10}{1} = 10\ \mathrm{m}$.

Pastaba: Horizontalios neapslėgtos byrančios žemės pasyvus veikimas (elem. vert.) gilume h yra $\gamma h = a$ — stačio plokščio elipso didžioji pusašė ir aktyvus veikimas reiškiasi proporcingai vienetiniam $\gamma \cdot h \cdot \mathrm{tg}^2\,(45^0 - \varphi^0/2) = b$ — to pat stačio plokščio elipso mažajai pusašei; tų pusašių santykis:

$$\frac{b}{a} = \frac{1 - \mathrm{Sn}\,\varphi^0}{1 + \mathrm{Sn}\,\varphi^0} = \mathrm{tg}^2\,(45^0 - \varphi^0/2) \text{ — teor. elipsas}$$

799 v.





800 vaizd.

Žemę vertikaliai slėgiant, įtempimų pradinis elipsas auga, sukasi iki 90^0, mažoji pusašė b virsta didžiąja pusaše $\gamma h \cdot \mathrm{Ctg}^2\left(45^0 - \frac{\varphi^0}{2}\right)$, o buvusi didžioji $a = \gamma h$ pasilieka tokio pat dydžio, bet jau pasyvaus spaudimo horizontaliame elipse besudaro mažąją ašį, todėl:

$$\frac{b}{a} = \frac{1 + \mathrm{Sin}\,\varphi^0}{1 - \mathrm{Sin}\,\varphi^0} = \mathrm{Ctg}^2\,(45^0 - \varphi^0/2) \text{ — teor. elipsas.}$$

Apie 1850 m. Rusijoje Pauker'is, bestudijuodamas atraminių sienelių pusiausvyrą, surado, kad fundamentų gilumas $h = H \cdot \mathrm{tg}^4\left(\frac{90^0 - \varphi^0}{2}\right)$

$$\frac{H}{\mathrm{Ctg}^4\left(\frac{90^0 - \varphi^0}{2}\right)}, \text{ kur } H = T = \frac{G}{\gamma_{žm}}.$$

Maždaug tuo pačiu laiku Anglijoje Rankine (sk. Renkin) iš byrančių medžiagų atsparumo surado:

$h = H\left(\frac{1 - \mathrm{Sin}\,\varphi^0}{1 + \mathrm{Sin}\,\varphi^0}\right)^2$, kuri reiškia tą patį, nes:

$$1 - \mathrm{Sn}\,\varphi^0 = \mathrm{Tg}\,\frac{90^0 - \varphi^0}{2} = \frac{1}{\mathrm{Ctg}\left(\frac{90^0 - \varphi^0}{2}\right)}, \text{ o}$$

$$1 + \mathrm{Sn}\,\varphi = \mathrm{Tg}\,\frac{90^0 + \varphi^0}{2} = \mathrm{Ctg}\,\frac{90^0 - \varphi^0}{2},$$

todėl:

$$\left(\frac{1-\operatorname{Sn}\varphi^0}{1+\operatorname{Sn}\varphi^0}\right)^2=\frac{(1-\operatorname{Sn}\varphi^0)^2}{(1+\operatorname{Sn}\varphi^0)^2}=\frac{1}{\operatorname{Ctg}^2\left(\frac{90^0-\varphi^0}{2}\right)}:\operatorname{Ctg}^2\left(\frac{90^0-\varphi^0}{2}\right)=$$

$$=\frac{1}{\operatorname{Ctg}^4\left(\frac{90^0-\varphi^0}{2}\right)}=\frac{1}{\operatorname{Ctg}^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)};$$

(Žr. prof. Kurdiumov: Краткий курс оснований и фундаментов. 1897. psl. 9) ir kt.

c) Užpiltų pamatų bendras grunto atsparumas

Mokslininkai Coulomb (1773), Prony (1802), Francais (1820), Navier (1826), Gobin (1883) žemės spaudimą E į atraminę sieną ima statmenai sienai, o Moseley (1833), Poncelet (1840), Scheffler (1857), Culmann (1866), Ott (1868), Rebhan (1871), Winkler (1872) priima žemės spaudimą į sieną E kryptį grunto byrėjimo kampu φ^0 viršum statmenos linijos sienos paviršiui, vadinasi, pastatui mažiau pavojingai (su didesne atsarga).

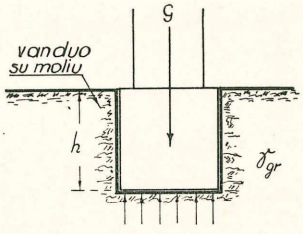
Praktikoje dažnai imama E atsargumo ir suprastinimo dėliai visai horizontaliai.

Pagal Švarc-Renkiną (Schwarz-Rainkine) grunte su γ t/m^3 visame sienos aukštyje h žemės visas spaudimas:

$$\mathbf{E=\frac{\gamma\cdot h^2}{2}\operatorname{tg}^2\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)},$$

o vienetinis spaudimas (t/m^2) yra išvestinė:

$$\mathbf{p_E\ t/m^2=\frac{d\,E}{d\,h}=2\cdot\frac{\gamma\,h}{2}\cdot\operatorname{tg}^2(45^0-\varphi^0/2)=\gamma\,h\operatorname{tg}^2(45^0-\varphi^0/2)}.$$

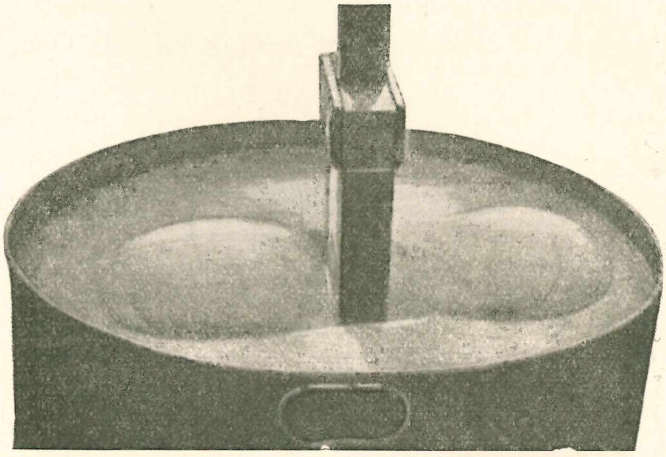


Jei gruntas skystas, tai veikia Archimedo dėsnis:

$$G=\gamma_{gr}\cdot V=\gamma_{gr}\cdot(f\cdot h)$$

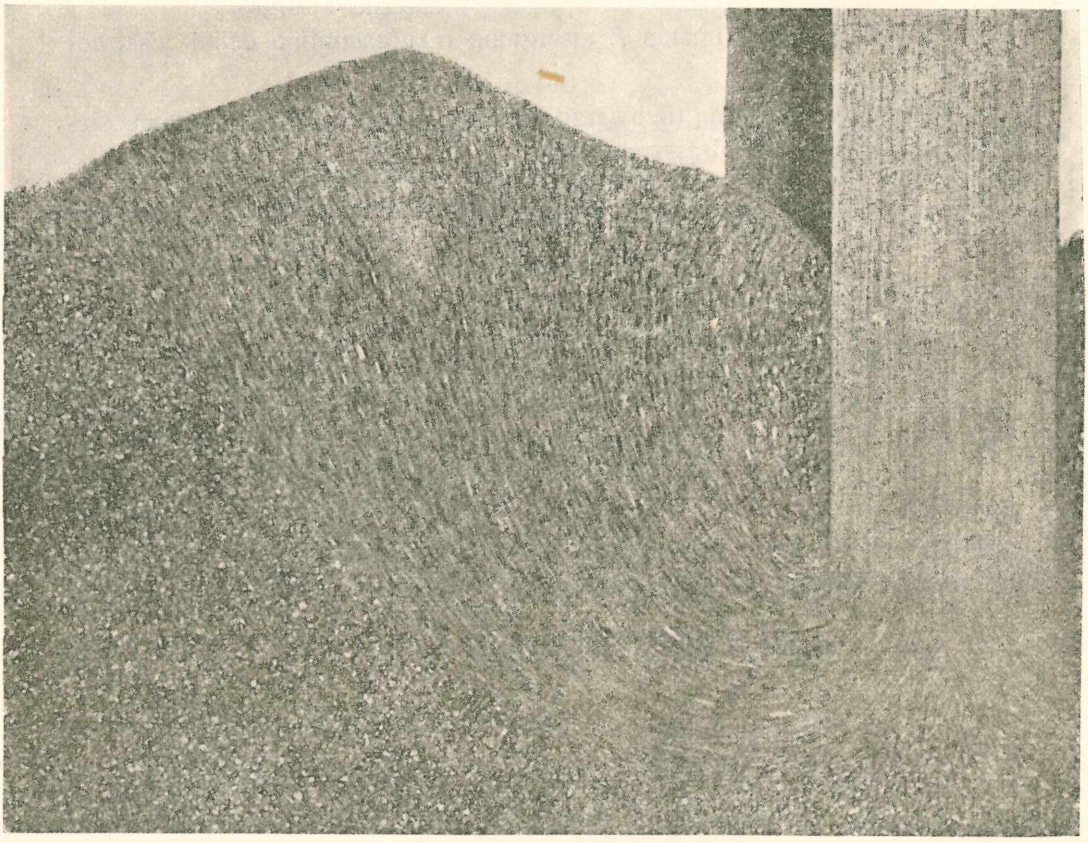
801 vaizd.

Kada polis būna kalamas į gruntą, arba gruntas yra slėgiamas pastato, tai gruntas, spaudžiamas į apačią ir šonus, veržiasi aukštyn, kaip tai rodo 802, 803 ir 804 vaizd.



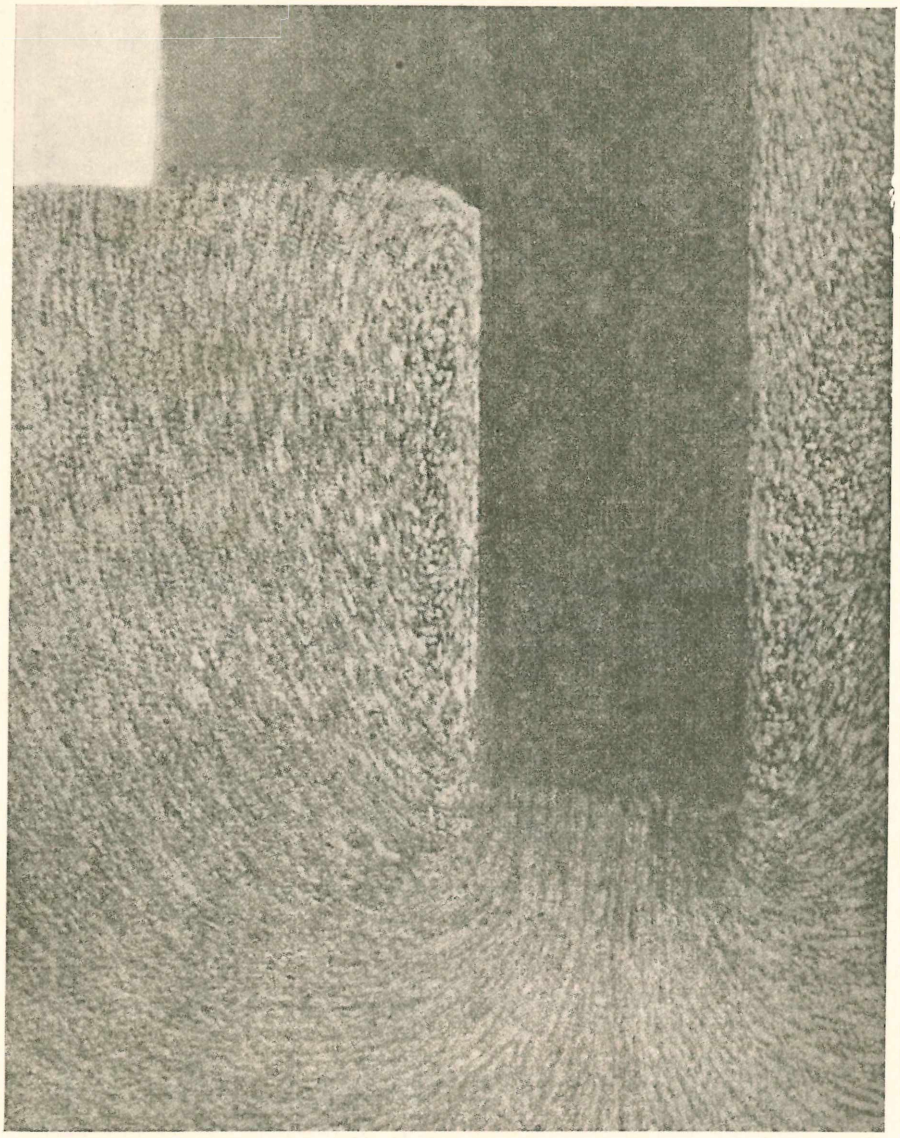
802 vaizd.

Kada gruntas iš abiejų pamato pusių guli viename horizonte ir jis yra vienodas, tai ir grunto deformacijos į abi puses plečiasi vienodai.



803 vaizd.

Jei gruntas vienoje pamato pusėje guli aukščiau, o kitoje žemiau, tai nuo pamato spaudimo grunto deformacijos ir jo kilimas aukštyn vyksta smarkiau žemesnėje pusėje, kurioje pasipriešinimas (slėgimas iš viršaus) yra mažesnis, kaip tai aiškiai rodo laboratorinis bandymas (žr. 804 vaizd.).



804 vaizd.

Jei grunto paviršiuje žemės atsparumą turime σ_0, tai t gilume bus $\sigma_t = \sigma_0 + \gamma t$, neskaitant pamato šoninės trinties jėgos $T = \Sigma\tau$ (vienetinė trintis $\tau = 0—1—3{,}5$ t/m^2), o su trinties jėga, pervesta į vienetinį spaudimą, turėsime bendrą grunto atsparumą šį:

$$\sigma_t = \sigma_0 + \gamma t + \frac{T}{f}$$

Esant $t = t_0$ (m) ir perimetrui — P, bus:

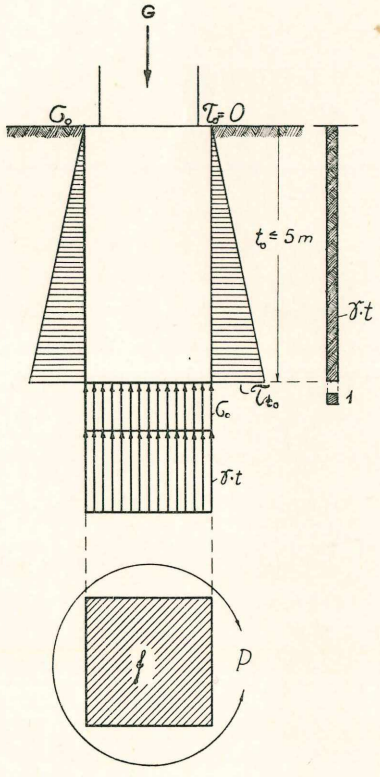
$$\sigma_{to} = \sigma_0 + \gamma t + \frac{\Sigma\tau_{0-5} \cdot P \cdot t_5}{f}.$$

Esant gilumui $t > t_0$, turime bendrą grunto atsparumą:

$$\sigma_t = \sigma_0 + \gamma t + \frac{\tau_{o-to} \cdot P \cdot t_o}{f} + \frac{\tau_{o-t} \cdot P \cdot (t - t_o)}{f}$$

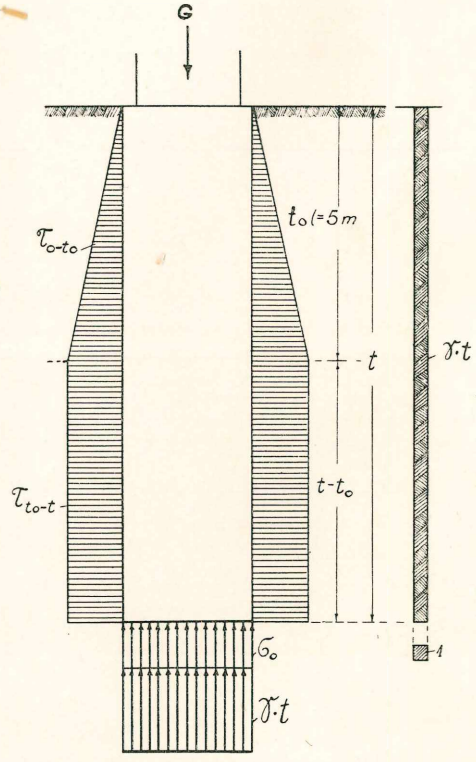
Grunto bendro atsparumo diagramos.

Iki $t_0 = 5$ m gilumo



805 vaizd.

Iki $t > t_0$ (= 5 m)



806 vaizd.

Pavyzdys: tegu $\gamma = 2^t$; $t = 12$ m; $\sigma_o = 1{,}5^{at} = 15$ t/m^2;

$\tau_{to} = \tau_5 = \tau_{to-t} = 3$ t/m^2 ir $f = 2 \times 1$ m $= 2$ m^2.

Todėl $\sigma_t = \sigma_o + \gamma t + \frac{\tau_{o-to} \cdot P \cdot t_o}{f} + \frac{\tau_{to-t} \cdot P \cdot (t - t_o)}{f}$ duos:

$$\sigma_{12} = 15 \text{ t/m}^2 + 2^t \cdot 12 \text{ m} + \frac{^1/_2 \cdot (0^t + 3^t) \cdot 2 \cdot (1 \text{ m} + 2 \text{ m}) \cdot 5 \text{ m}}{2 \text{ m} \times 1 \text{ m}} + \frac{3^t \cdot 6 \text{ m} \cdot (12 \text{ m} - 5 \text{m})}{2 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}}$$

$$= 15 \text{ t/m}^2 \cdot 24 \text{ t/m}^2 + 22{,}5 \text{ t/m}^2 + 63 \text{ t/m}^2 = 124{,}5 \text{ t/m}^2 = 12{,}45 \text{ kg/cm}^2.$$

Pagal „Hütte“ (26 laidos III tomas, 103 psl.) turime dar tokią lygtį (pavojingiems pastatams):

$\sigma_t = \sigma_o + c \cdot \gamma t_m + \frac{\tau \cdot (P \cdot t)}{f}$ t/m^2, kur trintis τ imama iš lentelės,

o koefic. c pagal Krey yra tokis:

Smėliui ir žvyrui $c = 3 - 5$
Moliui ir šlynui $c = 3 - 2 - 1$
Dumblui . . . $c = 1$.

Amerikonas Charles Evan Fowler duoda tiltų taurams ir ramtams, kuriuos reikia uždėti upės dugne ne giliau, kaip 7 m, šią formulę:

$p = 0{,}68\, a + 0{,}046\, a \cdot h$, kur $p = \sigma_t$; $a = \sigma_{leidž.}$ gruntui
ir $h = t$ m.

Jei $a = 4{,}9$ kg/cm^2 (pagal lentelę), $h = 3$ m, tai:

$$p = 0{,}68 \cdot 4{,}9 + 0{,}046 \cdot 4{,}9 \cdot 3 = 4{,}0 \text{ kg/cm}^2.$$

Iš Fowler'o lentelės grunto leidž. atsparumas

Gruntas	$\sigma_{gr} = a$ t
Smulkus smėlis	4,9
Smėlis su žvyru	5,5
Smėlingas šlynas	5,5
Drėgnas smėlis ir šlyn.	1,0
Kietas šlynas	5,5
Sausas šlynas	4,4
Labai minkšta uola	5,5

Jei taurų ar ramtų pamatai dedami giliau kaip 7 m po upės dugnu, tai gaunama $p = 0{,}68 + 0{,}046$ ah galima padidinti iki 1,4 kartų, t. y. imti $\sigma_{gr} = 1{,}4p$.

Pagal „Grundbau, prof. O. Colberg" (Handbuch für Eisenbetonbau 13. IV, 4 Afl. Berlin. 1936.)

Pamatams dėti gruntų leidžiamas atsparumas duodamas taip:

Gruntai	σ_{gr} leidž. kg/cm^2	
1) Dumblas, durpės, bala	0	blogiausias gruntas
2) Užpylimai ir šiukšlynai	iki 0,5	blogas statybai gr.
3) Minkyta žemė	0,5—1,0	„ „ „
4) Molis ir šlynas šlapi	0,5—1,0	pagal drėgnumą
5) Vandeningas smėlis	0—0,20	blogiausias gruntas
6) Drėgnas molis ir šlynas	0,5—2,0	pavojingas gruntas
7) Gana drėgnas smėlis	1,5—2,0	vidutiniškas gruntas
8) Pusrupis smėlis	2,0—3,0	„ „
9) Kietai susigulėjęs smulkus smėlis . .	2,5—3,5	geras gruntas
10) Kietai susigulėjęs rupus smėlis . . .	3,0—5,0	„ „
11) Kietai susigulėjęs aštrus žvyras . . .	5,0—7,0	„ „
12) Kietas smėlingas šlynas	4,0—5,0	labai geras gruntas
13) Minkštesnės uolos, smiltainis, trachitas, tufas ir kt.	7,0—15,0	„ „ „
14) Kietos uolos	20,0—30,0	„ „ „

Pagal Brennecke ir M. Förster trinties jėgos dydis toks:

Gruntas	su kokia siena	trintis
Maurai (Schlick)	su bet kokia siena	1,0 t/m²
Šlynas ir molis	su geležt. skarda	1,5 „
„ „	su medžiu	2,0 „
„ „	su mūru (šiurkščiu)	2,5 „
Smėlis ir žvyras	su geležt. skarda	2,0 „
„ „	su medžiu	3,0 „
„ „	su mūru	3,5 „

Pagal A. Müllerį trinties duomenys yra šie:

Koks gruntas	su kokia siena	Trinties koefic. μ	γ_{gr}	Natūralus byrėjimo kampas φ^0	$\mu\,\gamma_{gr}\,tg^2(45-\varphi^0_2)$
Skyst. dumbl.	su bet kokia	0,05	1,5 t/m²	5°	0,06
Kietas dumbl.	su švelnia s.	0,10	1,8 „	15°	0,10
Kietas dumbl.	su šiurkščia s.	0,20	1,8 „	15°	0,21
Šlap. šlynas	su švelnia s.	0,20	2,0 „	25°	0,16
Šlap. šlynas	su šiurkščia s.	0,30	2,0 „	25°	0,24
Smėl. ir žvyras	su švelnia s.	0,30	1,8 „	30°	0,18
Smėl. ir žvyras	su šiurkščia s.	0,60	1,8 „	30°	0,36

Gruntų struktūra.

Kad būtų aiškesni gruntų savumai, reikalinga sau geriau įsivaizduoti gruntų struktūrą.

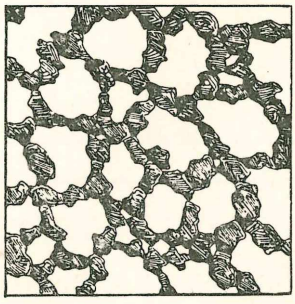
Pagal Terzaghi (Erdbaumechanik, Leipzig u. Wien, 1925) gruntų struktūra būna toki (žr. 807—9 vaizd.; labai padidint.):

1) *susiglaudusių atskirų žirnelių struktūra* (Einzelkorngefüge) — žvyrai, smėliai ir kieti moliniai (šlyniniai) gruntai;
2) *koriuota struktūra* (Wabengefüge) — minklūs, minkšti šlynai ir tikrasis liosas (Löss); sėsdamos, dalelės viena prie kitos kimba; smulkumas 0,02—0,002 mm (locker Schluff);
3) *pintelinė struktūra* (Flockengefüge) — palaidos diumzlinės nuosėdos (dumblas, loser Schlamm $\leqslant$ 0,002 mm smulkumo);
4) *grumtelinė struktūra* (das Krümelgefüge) — paviršiniai gruntai iš limpančių žemių, kaip juodžemis ir mišrūs moliniai gruntai (Mutterböden).

Žirnelinė struktūra (Einzelkorngefüge)

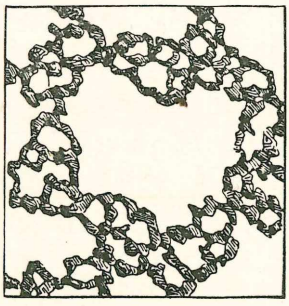
807 vaizd.

Koriuota struktūra (I laipsnis) (Wabengefüge) 0,02—0,002 mm



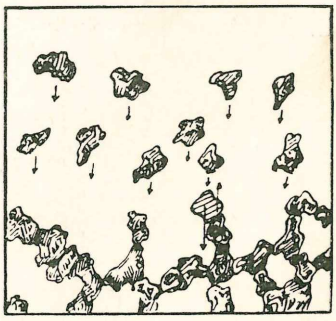
808 vaizd.

Pintinelinė struktūra (koriuota II laipsnio) (das Flockengefüge) $<$ 0,002 mm



809 vaizd.

Smulkios drumzlės sėda, viena prie kitos limpa, formuojasi koriuota struktūra (Wabengefüge)



808a vaizd.

C. Pamatų (fundamentų) ir jiems pagrindų konstrukcijos.

Pastato apatinė dalis, kuri guli ant grunto ir jam perduoda pastato slėgimą, yra p a s t a t o p a m a t a s (Fundament, Gründung; фундамент). Viršum pamato yra sienos, kurios kartu su grindimis, lubomis ir stogu spaudžia į pamatą, o per jį į gruntą (papamatį). Tuo būdu pamatas, viso pastato svorio slėgiamas ir kartu su savo svoriu spausdamas gruntą, daug išlaiko, turi būti tvirtas, solidus, su pritaikyta kiekvienam gruntui apačia; gruntas susiguli, pamatas sėdasi; jei taip visa sutaikinta, kad visur sėsis vienodai, plyšių nebus.

Pats rimčiausias statybos meno uždavinys yra mokėjimas pastatams gerus, tvirtus pamatus padėti. Norėdamas pastatus statyti, statybininkas privalo mokėti gruntus ištirti, juos suprasti, žinoti visus jų statybiškus savumus, juos jausti, kad galėtų kas kartą susivokti, kokius pamatus parinkti, kad jie būtų tinkamesni, pigesni ir pakankamai tvirti; statybininkas turi gerai žinoti įvairias pamatų konstrukcijas daryti, jas apskaičiuoti. Statybininkui reikia atsiminti, kad pastatui padėtas pamatas neša visam pastatui laimę ar nelaimę. Daugiausia katastrofų su statybomis įvyksta dėl blogo pamatų padėjimo. Ne be pamato yra sakoma: „gerai padėjęs pamatą — džiaugsies, blogai padaręs — verksi“. Tatai reikia visada atsiminti.

1. Pamatų ir pagrindų konstrukcijos.

Rudens metu gruntas visada esti drėgnas, žiemą užšąla, keičiasi, ir kas viršum jo guli, tas pakeliamas aukštyn. Jei po pamatų apačia gruntas peršąla, tai žiemos metu pakeliami ir pamatai su sienomis; pavasarį gruntas atšyla, sėdasi, traukia pamatus gilyn. Sausesnis gruntas (smėlis, žvyras) mažiau peršąla, šlapesnis (šlynas, molis, skystasmėlis) labiau peršąla, daugiau deformuojasi, yra pavojingesnis.

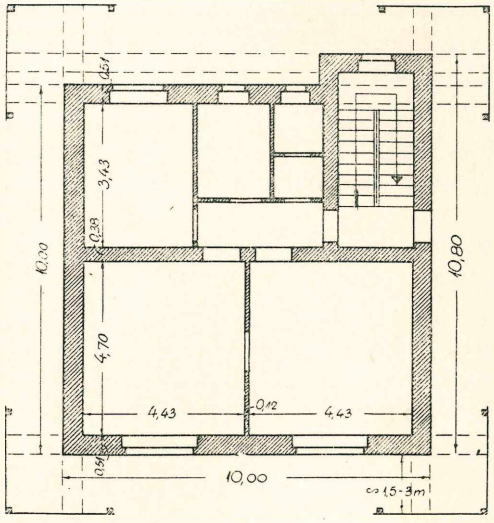
Dažnai po pamatais gruntas būna nevienodas, todėl žiemą įvairiai užšąla, keliasi, pavasarį įvairiai atšyla, smenga. To pasekmės yra pamatų sutrūkimas, sienų suplyšimas, viso trobesio suirimas. Kad to nebūtų, visada *reikia pamatus dėti tokiame gilume, kurio peršalimas nepasiekia. Lietuvoje grunto peršalimo riba yra 1 m, todėl čia visi pamatai turi būti įleidžiami į gruntą ne mažiau kaip 1 m.*

Be to, reikia žiūrėti, kad pamato spaudimas į gruntą neprašoktų $\sigma_{leidž.}$, ir dar reikėtų patikrinti pamato gilumą

$$h = \frac{Q}{\gamma_{gr}} \cdot \frac{1}{\mathrm{Ctg}^4\,(45^0 - \varphi^0/2)}.$$

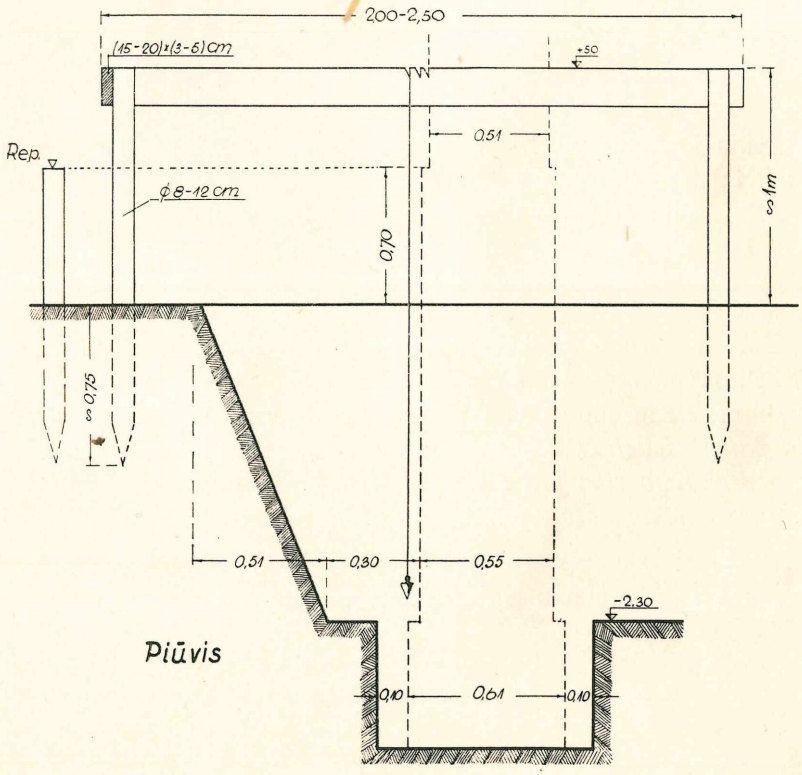
Statybos vietoje pamatų paženklinimas (išmušimas).

Planas



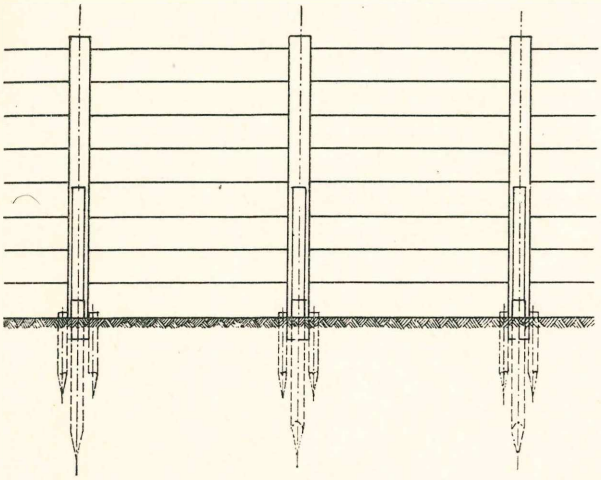
810 vaizd.

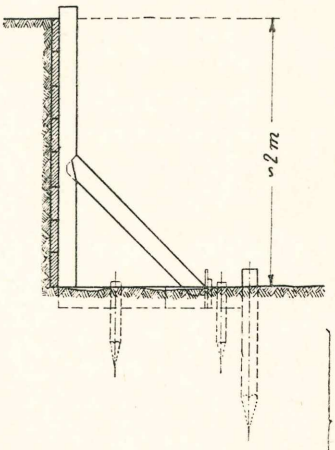
Skersinis piūvis



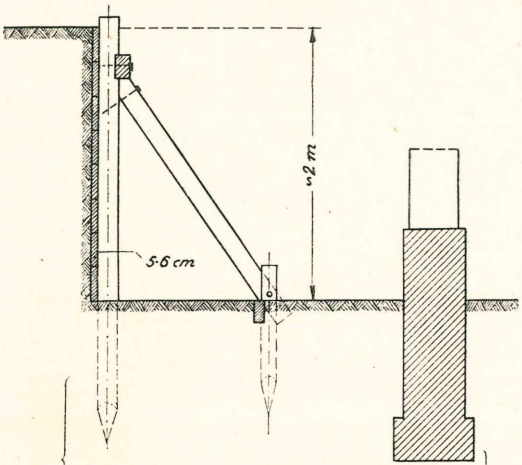
811 v.

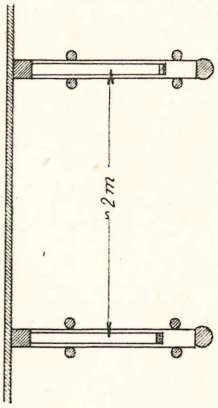
Pamatams dėti apsitvėrimai nuo žemės slinkimo (812 ir 813 v.v.) **ir gatvės** (814 v.), **kad nebūtų nelaimių.**

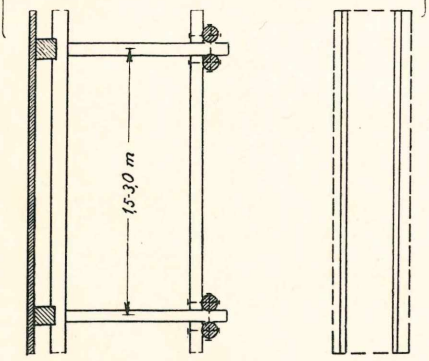




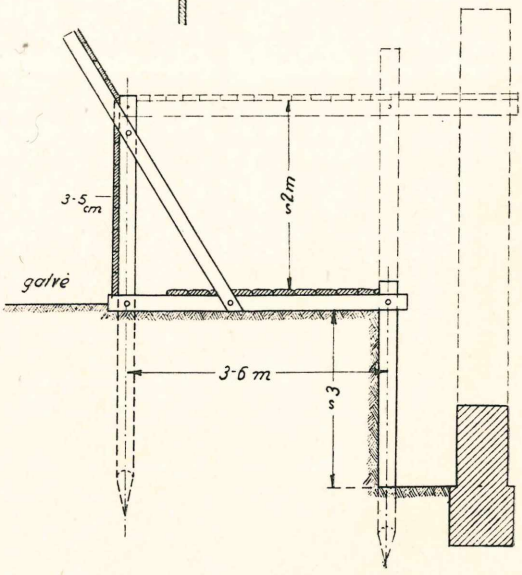
812 v.







813 vaizd.



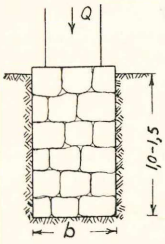
814 vaizd.

Kur stipresni šalčiai ir žiemos, ten pamatų gilumas didesnis: Leningrade (Petrapily) — 1,5 m, Sibire — iki 2 m.

Pamatai (fundamentai)

I. Kada geri gruntai, turį $\sigma = 2—3—4—5—6—8^{at}$

1. Iš akmens be skiedinio

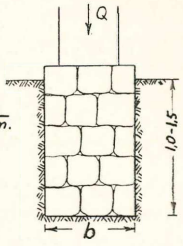


$$16\ ^{kg}/_{cm^2} = \frac{Q^{kg}}{1\ cm^2} = \frac{Q\ kg.}{100\ cm.\ b\ cm.}$$

$$b^{cm.} = \frac{Q^{kg}}{100.16\ ^{kg}/_{cm^2}}$$

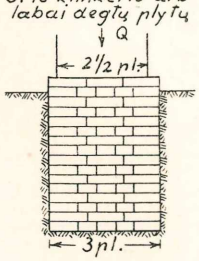
815 vaizd.

2. Iš akmens su kalk. arba cemen. skied.



816 vaizd.

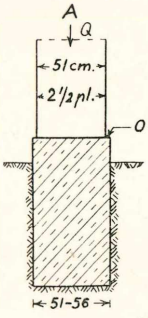
3. Iš klinkerio arb labai degtų plytų



817 vaizd.

4. Iš betono (A, B, C)

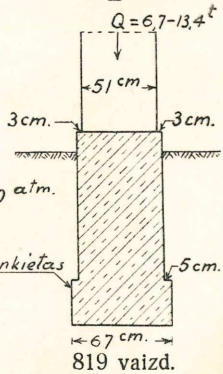
A



$16 = 2—5$ atm.
$Q = 11,3—22,6$ ton.

818 vaizd.

B



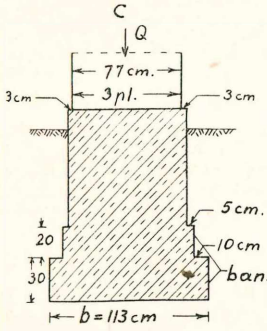
$16 = 1,0—2,0$ atm.

Prie $Q = (1,0—2,0).100.67 =$
$= 6.700—13.400$ kg.

bankietas

819 vaizd.

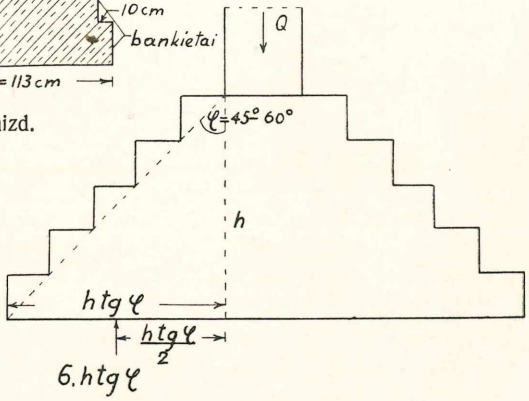
C



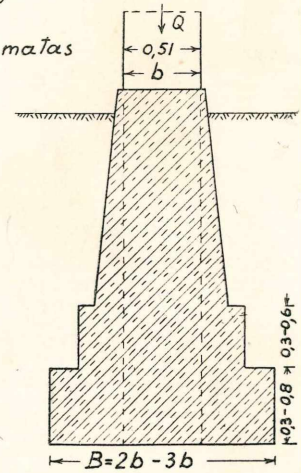
820 vaizd.

II. Prie blogų — silpnų — skystų gruntų su $16 = 0,25—0,5—0,75—1,0$ at.

5. Betono platus pamatas



821 vaizd.



822 vaizd.

Prie šalčių reikia taikytis ne tik su pamatų gilumu, bet ir sienų storumu, kad žiemą namai būtų pakankamai šilti. Lietuvoje sienų reikalingas storis yra 2 pl. = 0,51 m ir $1\frac{1}{2}$ pl. = 0,37 m, todėl pamatų storis plytų mūro sienoms bus mažiausia — 0,51—0,37 m (kaip sienų storis). Kada tokio pamatų storio ($b = 0{,}51—0{,}37$ m) užtenka turimo grunto atsparumui (σ), tai platesnių pamatų ir nereikia daryti; arba jei daryti sulig senesniu papročiu pamatą storesnį už sieną, tai jį pastorinti tik nedaug, būtent: kada sausas mūras, kai daroma Suomijoje, iki 5—10 cm iš abiejų pusių (žr. 815 vaizd.), iki 5—7 cm iš abiejų pusių, kada akmens mūras su skiediniu arba plytų mūras su skiediniu (žr. 816—7 vaizd.). Iš betono pamatai gali būti pagal tipus A, B, C (žr. 818—20 vaizd.).

Jei sienos ne iš akmens mūro, plytų arba betono, o l e n g v e s n ė s — iš fachverko, rąstų, lentų, tuščiavidurių plytų arba jos yra konstruotos iš medinio skeleto su naujoviškų izoliacinių medžiagų apmušalu (žr. I tom. 242—255 psl.), tai pamatai joms gali būti dar siauresni, būtent:

$$b = \frac{Q^{kg}}{100\,\text{cm} \times \sigma\ \text{kg/cm}^2} = 25-30—35-40-50\,\text{cm}.$$

Toki paprasto platumo pamatai (fundamentai), visai nepraplatinti arba mažai praplatinti (žr. 818—20 vaizd.), yra galimi tik geruose kietuose gruntuose su

$\uparrow\sigma = 2—3—4-5-8\,\text{kg/cm}^2$, o kai kada ir prie $\uparrow\sigma = 1{,}0—2{,}0\,\text{kg/cm}^2$.

Jei pasitaiko gruntai blogi — silpni, skysti, turį tik

$\sigma = 0{,}25—0{,}5—0{,}75-1{,}0\ \text{kg/cm}^2$ atsparumą,

tai tada daromi platūs pamatai pagal vaizdą 821, kur praplatintas pamatas iki $b + 2h\,\text{Tg}\,\varphi$ yra grunto reakcijos $= \sigma \cdot h\,\text{Tg}\,\varphi$ laužiamas piūvyje h aukštyn su laužimo momentu pamato išpiovoje 1 cm ilgio taip:

$$M = \sigma \cdot h\,\text{Tg}\,\varphi \times \frac{h\ \text{Tg}\ \varphi}{2} = \sigma \cdot h^2 \cdot \frac{\text{Tg}^2\ \varphi}{2}$$

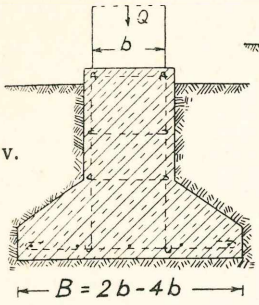
$$\text{arba } M = \frac{Q\,\text{kg}}{b + 2h\,\text{Tg}\,\varphi} \times h^2 \cdot \frac{\text{Tg}^2\ \varphi}{2},$$

$$\text{ir } M \leqslant \sigma_b \cdot W = \sigma_b \cdot \frac{b\,h^2}{6} = \sigma_b \cdot \frac{1 \cdot h^2}{2},$$

$$\text{todėl: } \sigma_b\ \frac{1 \cdot h^2}{6} \geqslant \frac{Q\,\text{kg}}{b + 2h\,\text{Tg}\,\varphi} \times h^2 \cdot \frac{\text{Tg}^2\ \varphi}{2}$$

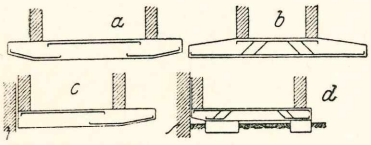
$$\text{ir betono atsparumas } \sigma_b \geqslant \frac{Q\,\text{kg}}{b + 2h\,\text{Tg}\,\varphi}, \text{ kur } \varphi \cong 60^0.$$

6. Gelžbetoniniai platūs pamatai



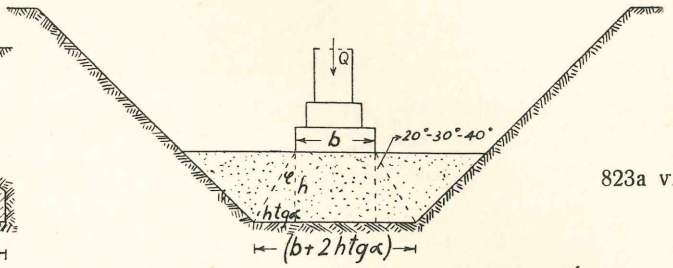
823 v.

Ištisos gelžbetoninės pamatams plokštės



824—7 vaizdai

7. Smėlio sluoksniu (pagrindu) pamatui guolio praplatinimas nuo b iki B = b + 2h tgα

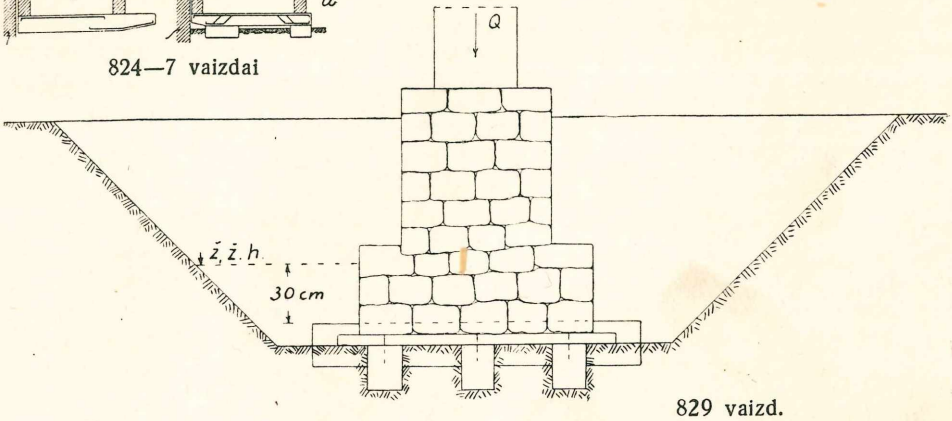


823a v

φ_{sm} = 20°-30° šlapias - dręgnas
φ_{sm} = 30°-40° dręgnas - sausas (trupus)

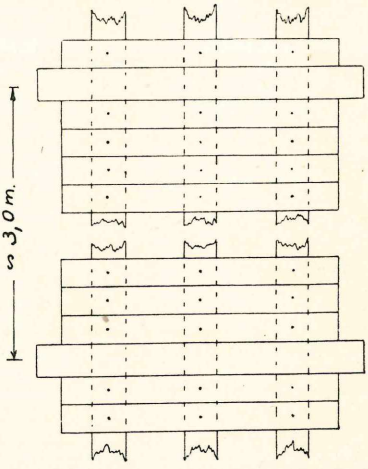
$$\sigma = \frac{Q}{b + 2h\,tg\varphi} < \sigma \text{ leidž.}$$

8. Pamatas su grįstiniu pagrindu (grįstinis pamatas)



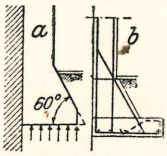
829 vaizd.

Planas



830 vaizd.

Vienapusis ribos pamato praplatinimas



828 v.

Pamatas gali būti platinamas iki $B = 2\,b - 3b$ kūgio ir bankietų kombinacijomis — žr. 821—2 vaizd., o taip pat ištisomis plokštėmis (824—8).

Pamatų platinimui geriausiai tinka gelžbetonis; gelžbetonio plytomis pagal 823 vaizdą ar jų kitomis formomis galima praplatinti iki $B = 2b—4b$.

Kai kada, turint čia pat smėlio ar žvyro, galima pamato apačios b spaudimą į gruntą praplėsti, pilant po pamatu smėlio sluoksnį (h); per smėlį spaudimas Q plečiasi kampu $\varphi^0 = 20^0—30^0$, kada smėlis šlapias-drėgnas, ir $\varphi^0 = 30^0 - 40^0$, kada smėlis drėgnas-sausas.

Praplėstas sumažėjęs į gruntą spaudimas gali būti pasiektas jau mažesnis už blogam apatiniam gruntui $\sigma_{leidž.}$, būtent, imant pamato išpiovą 1 cm ilgio, turime:

$$\sigma = \frac{Q}{b + 2h\,\mathrm{Tg}\,\varphi} < \sigma_{leidž.}$$

Toliau prie blogų gruntų galima vartoti grįstinį pagrindą pagal 8 tipą (žr. 829—35 v.). Grįstinis fundamentas arba mūrinis pamatas su grįstiniu pagrindu, susideda iš dviejų-trijų išilgai pamato dedamų medinių sijų, surišamų skersbalkiais kas 3 m viršum išilginių sijų (15—25) cm × (15—25) cm tarp skersbalkių (15—18) cm × (15—18) cm užklojamos lentos (6—7) cm × × (15—25) cm ir prikalamos vinimis; pamatų kampuose sijos susikerta pusiau, kad gulėtų vienoje gilumoje. Grįstinius fundamentus galima daryti tik ten, kur galima garantuoti, kad medis gulės visada po vandeniu (per 30 cm po žemu-žemiausiu horizontu), nes tada tik medis ilgai laikysis nesupuvęs. Šios taisyklės reikia laikytis ir prie polinių fundamentų (žr. toliau).

Kada po pamatu guli gilus blogas gruntas, o spaudimas Q didelis (mūrinis namas 3—4—5 aukštų), tai pagrindas (Gründung, основание) tvirtinamas poliais (4—6 m ilgio ir 18—28 cm storio), pirmiau užkalus iš dviejų pusių sprausčienes (špuntsienes), kaip parodyta pjūvyje ir plane (žr. 831 – 2 vaizd.).

Tarp sprausčienių sukalami poliai gruntą sutirština, sukelia trintį, visą pagrindą sutvirtina, gruntas su dažnais poliais (tarpinis atstumas 3 d) kartu su poliais tarp sienelių pasidaro našus, bet ir čia polių galvos, įleistos į betoną per d, turi pasilikti visada vandeny — būti po žemu-žemiausiu horizontu per 30 cm.

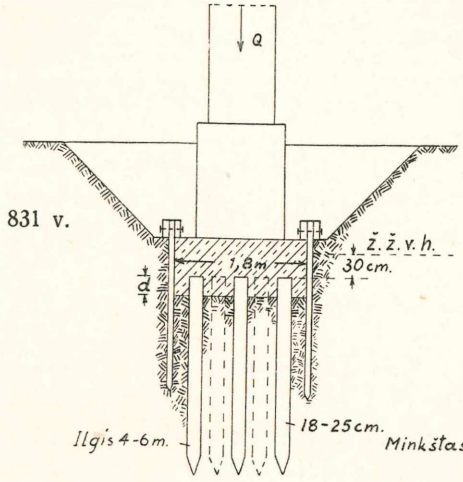
Kada blogas minkštas gruntas ne ger gilus (~ 3—5 m), tai poliai kalami iki kieto grunto, įsigilinant į jį per ~ 2—3 m; čia poliai reikalingi ilgesni, storesni ($d = 25—30$ cm), nes jie tik vieni kelia visą pastato svorį Q. Poliai sukalami šachmatiniu būdu, kaip ir anksčiau (žr. 10 p., 833—4 v.).

Jei kietas gruntas sunkiau pasiekiamas (5—10 m), tai ilgi poliai kalami tarp viršutinių sprausčienių (žr. 11 p., 835 v.).

Jei prie polinių pagrindų negalima tikėtis, kad poliai visada bus vandeny, tai tada reikia vartoti brangesnius gelžbetoninius polius pagal 12 p. (vaizdas 836).

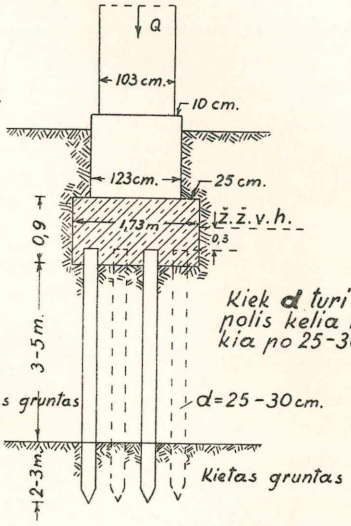
Poliniai pagrindai su betono antsluoksniu.

9. Kada poliais negalima pasiekti kieto grunto



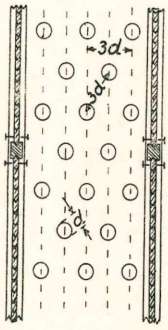
831 v.

10. Kietas gruntas negiliai



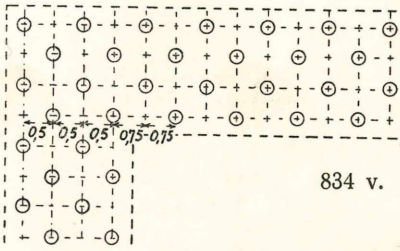
833 v.

Planas



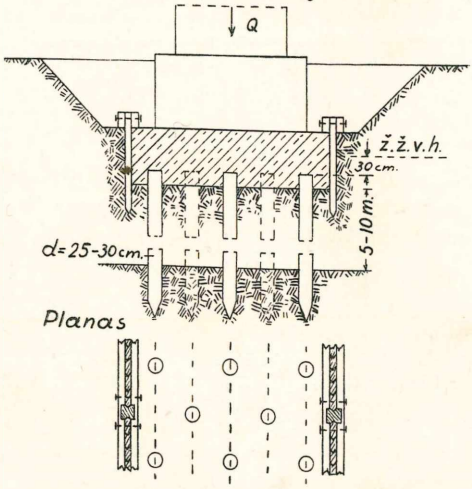
832 v.

Planas



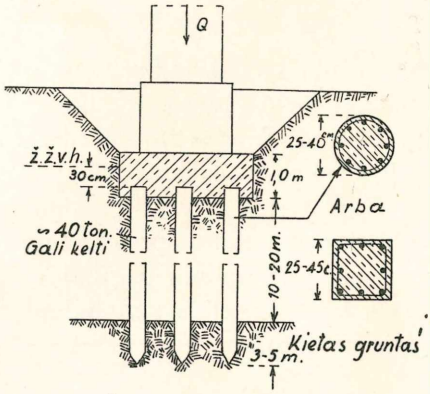
834 v.

11. Kietas gruntas giliai



835 vaizd.

12. Gelžbetoniniai poliai

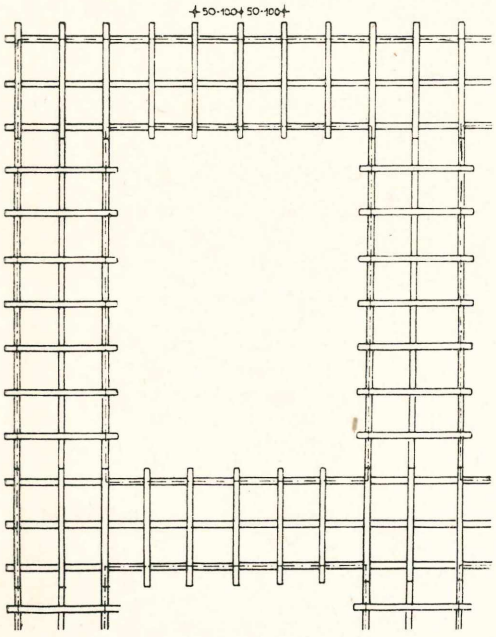


836 vaizd.

Kada gruntas silpnesnis arba sijos menkesnės, tai skersbalkiai dedami dažniau (1—1,5—2 m), ir grįstinis pagrindas kryžiuojantiems pamatams bus pagal 837 vaizdą.

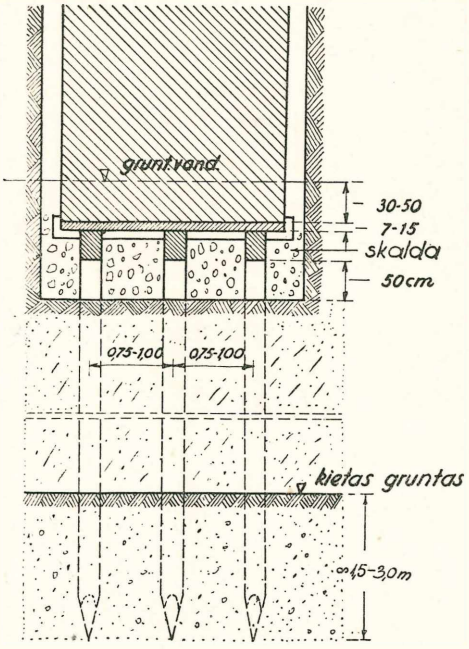
Jei kietas gruntas negiliai, tai galima daryti grįstinį pagrindą ant polių, perduodant pamatų slėgimą kietam gruntui (žr. 838 vaizdą).

Grįstinio pagrindo balkių planas



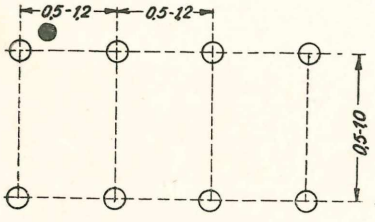
837 vaizd.

Polinis — grįstinis pagrindas

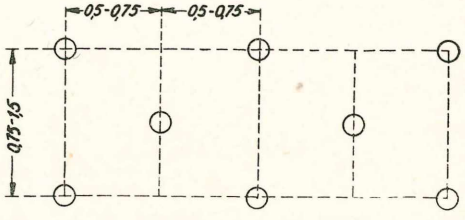


838 vaizd.

Polinio — grįstinio pagrindo poliai sukalami pagal 839 vaizdą arba 840 v.



839 vaizd.



840 vaizd.

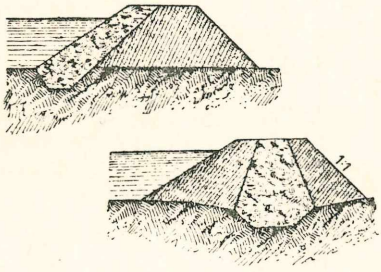
Čia poliai sukalami linijomis arba šachmatiniu būdu (žr. 839, 840 v.v.).

Kai kada būna reikalas panaudoti po pamatais ne paprastus medinius ar gelžbetoninius polius storio 25—30—40—50 cm, o daug storesnius už juos šulus iš mūro, betono, gelžbetonio, metalo, kaip toliau bus matoma.

Atsitvenkimas nuo vandens

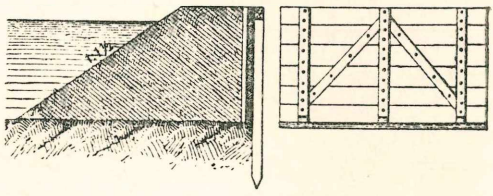
Daromas pylimais su riebaus molio ar šlyno sluoksniu (žr. 841 ir 842 vaizd.), su lentine užtvara (843 v.), su smėlio maišais vidury (844 v.); daromas iš kaltų lentų (geriau spraustinių) su molio protarpiu apie 30—60 cm storio (845 v.), iš suklotų spraustinių (špuntsienių) su moliu (845a v.), iš klotsienių su moliu ir špuntsienės (846—7 v.) ir kt.

841 vaizd.

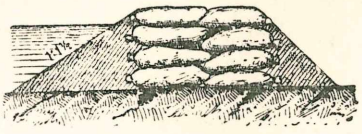


842 vaizd.

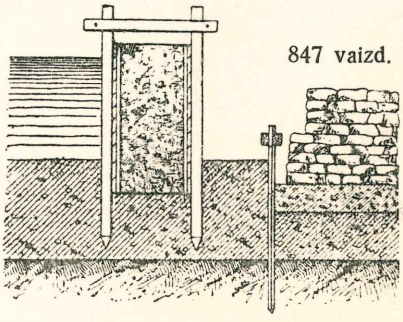
843 vaizd.



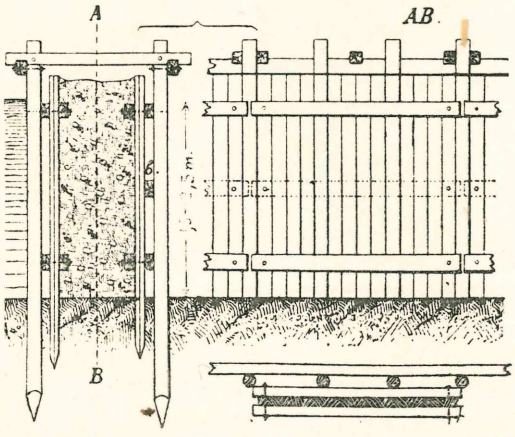
844 v.



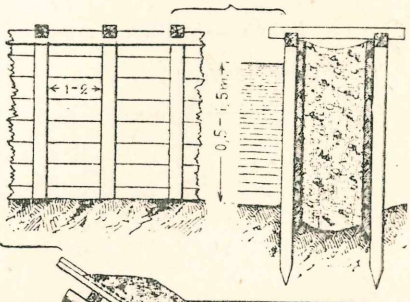
847 vaizd.



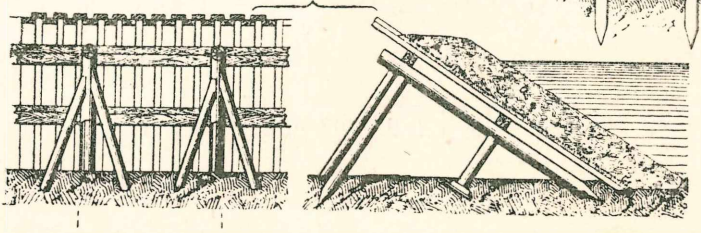
845 vaizd.



845a vaizd.



846 vaizd.



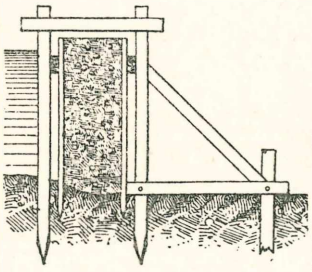
Jei gruntas uolinis ir polių bei špuntlenčių negalima įkalti, reikia atsitvenkti molio sluoksniu ant lentinio ramstinio paklodo.

Kada vanduo gilesnis (1—1,5—2,5 m) ir atatvanka turi ilgiau ir tikriau vandenį laikyti, yra vartojamas standesnės atraminės atatvankos (848, 849 v.v.).

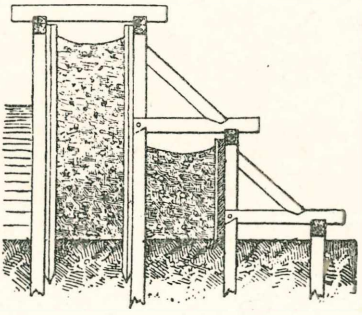
Kada reikalinga dirbti sausumoje vandens vidury, tai reikia iš visų pusių atsitvenkti (850 v.) ir vandenį išpompuoti rankine (854 v.) arba centrifūgine pompa (851 v.).

Jei, pompuojant vandenį, bus pastebėta, kad per špuntą sunkiasi vanduo, tai toje vietoje nuo aukšto vandens pusės reikia nuleisti dėžėje piūvenų, leidžiant joms prisispausti prie špunto sienelės, kad su vandeniu užtrauktų plyšius (852—3 v.).

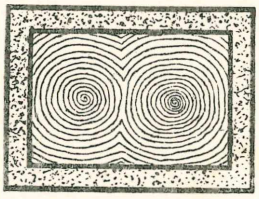
848 vaizd.



849 vaizd.



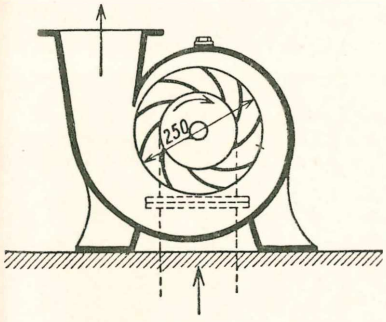
Planas



850 vaizd.

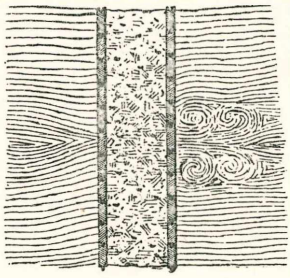
Centrifūginė pompa
(Kreiselpumpe)

Spaud. vamzd. užliejimo skylė

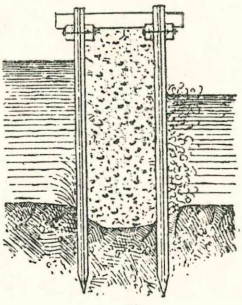


851 vaizd.

Planas



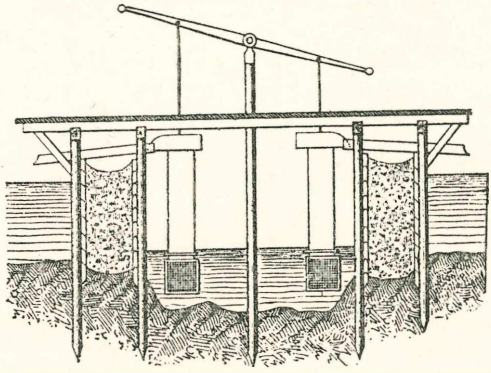
852 v.



Piūvis

853 v.

Paprasta darbams dvicilindrinė pompa.

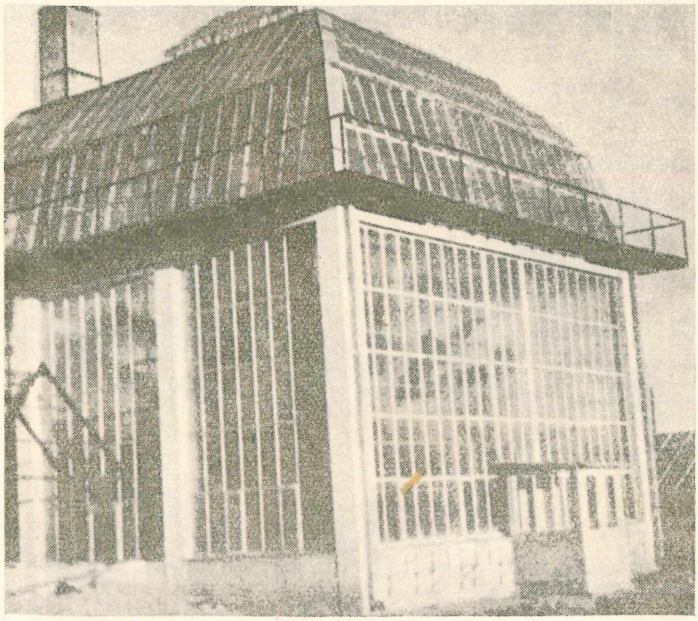


854 v.

Darbo metu dažnūs reikalingi nukrypimai nuo pamatinio projekto

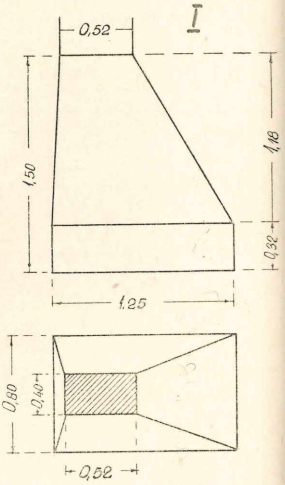
Nukrypimų reikalauja: nevienodas pamatų guoliuose gruntas, netikėtas vandens takas, užpilta duobė, užverstas griovis ir t.t. Kad išvengti pamatų suirimo, rekia susivokti ir daryti pamatų praplatinimą arba pagilinimą, arba grunto sustiprinimą, polių kalimą, šulų leidimą ir t.t.

V. D. U-to Botanikos sodo gelžbetoninės palminės NW kampo praplatinimas ir pagilinimas (vandeningo molio vagos vietoje)



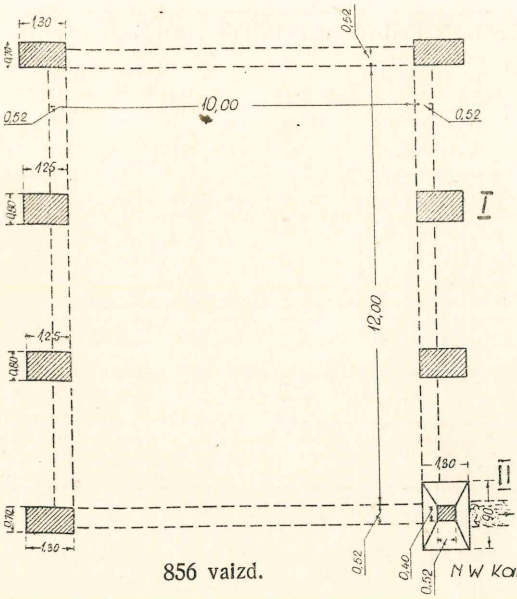
855 vaizd. (Fot. pulk. inž. J. Šimoliūno)

857 vaizd.

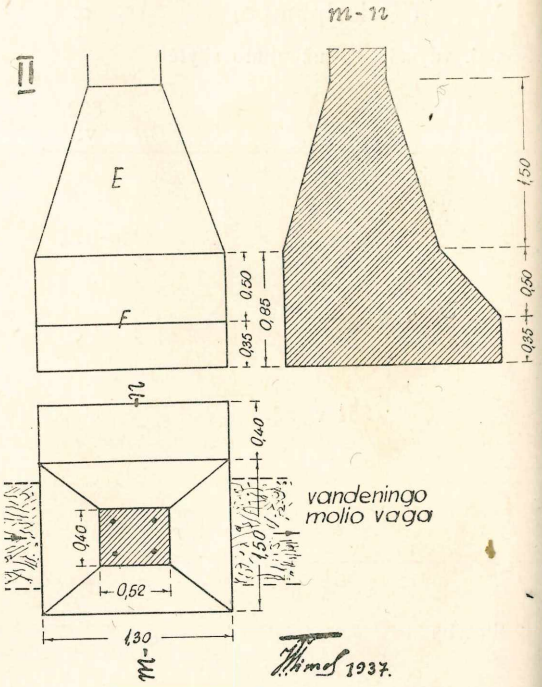


Normalus pamatas

Palminės planas



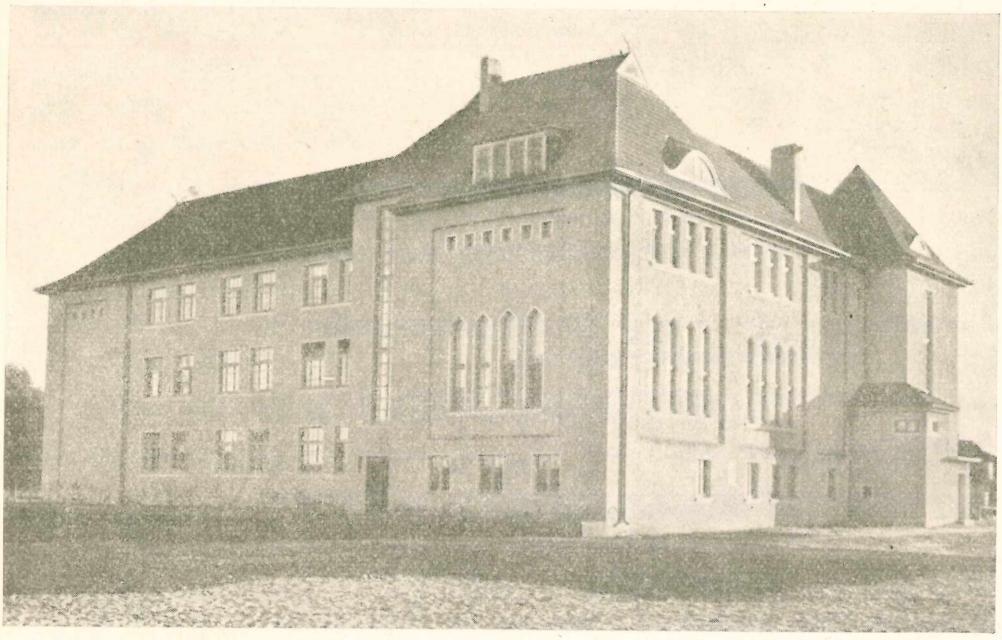
856 vaizd.



Praplatintas ir pagilintas pamatas.
858 vaizd.

Darbo metu projektinių pamatų pakeitimo kitu pavyzdžiu, gana komplikuotu, gali būti Pagėgių lietuvių gimnazijos rūmų pamatai. Gimnazijos rūmai buvo statomi specialios statybos komisijos, kurioje teko dalyvauti ir autoriui. Gimnazijos statybos vietoje, atkasus pamatams guolius ir juos tikrinant, buvo rasta daugelis įvairių gruntų, būtent: kietas sausas molis, geras sausas moliasmėlis, vidutiniškas smėlis, silpnas smėlis su juodžemiu, blogas drėgnas smėlis su durpių sluoksniu ir duobė su skystagrunčiu. Todėl čia, kad išlygintų pamatų spaudimą atitinkamai gruntų atsparumui, reikėjo skubiai imtis priemonių, būtent: kietose vietose papilti sluoksnį smėlio, vidutiniškas palikti kaip yra, minkštesnėse vietose praplatinti

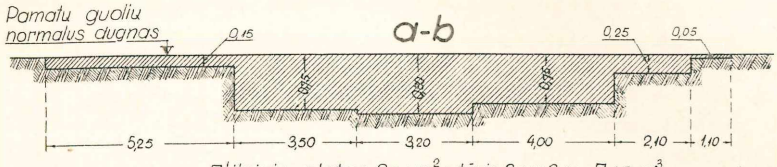
Pagėgių lietuvių gimnazijos bendras vaizdas.



859 vaizd. (Fotogr. Pag. gimn. direkt. Ton)

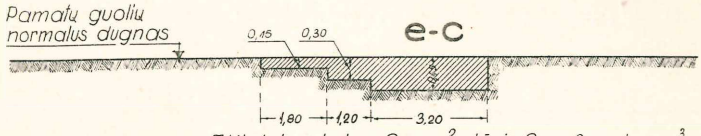
pamatus, blogose — praplatinti ir pagilinti, kai kur pilant ir plūkiant žvyrą, kad gruntą sutvirtintų, o skystagrunčio duobės vietoje dešiniame nuo įėjimo rūmų kampe suleisti 6 betoninius šulus, sukalant jų apačioje po 3 polius, o viršum jų šuluose užbetonuojant. Kiečiausias gruntas buvo po fasadiniu įėjimu (žr. 859 v.); gretimose vietose, po dešiniuoju rūmų kampu skystagrunčio gili duobė (6 šulų vieta), toliau po dešiniuoju pastato galu ėjo geras ir vidutiniškas gruntai, užpakaliniame fasade buvo geras, vidutiniškas, minkštas ir prie kito galo ir pačiame gale — blogas su durpių sluoksniu gruntas; prišakiniame fasade į kairę nuo įėjimo buvo kietas, geras, vidutiniškas, minkštas — mišrus ir galinėje sienoje blogas — drėgnas smulkus smėlis su durpių sluoksniu.

Pagėgių lietuvių gimnazijos rūmų pagilintų ir praplatintų pamatų vietose išilginiai profiliai ir dešiniojo rūmų fasado kampo popamatinių 6 šulų (skystagrunčio duobės vietoje) planas (žr. 860—5 v.v.). Gimnazija statyta 1930—1931.



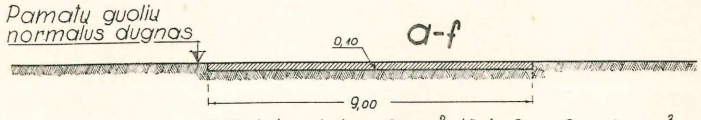
860 vaizd.

Įšilginis plotas 9,31 m^2; tūris 9,31 x 0,80 = 7,45 m^3



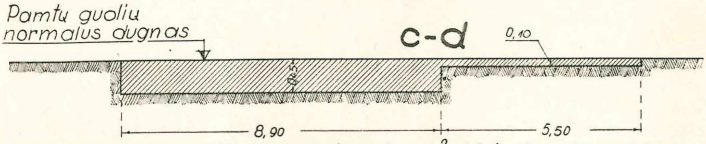
861 vaizd.

Įšilginis plotas 2,07 m^2; tūris 2,07 x 0,80 = 1,24 m^3



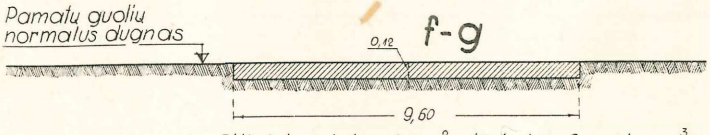
862 vaizd.

Įšilginis plotas 0,90 m^2; tūris 0,90 x 0,80 = 0,72 m^3



863 vaizd.

Įšilginis plotas 4,55 m^2; tūris 4,55 x 0,80 = 3,64



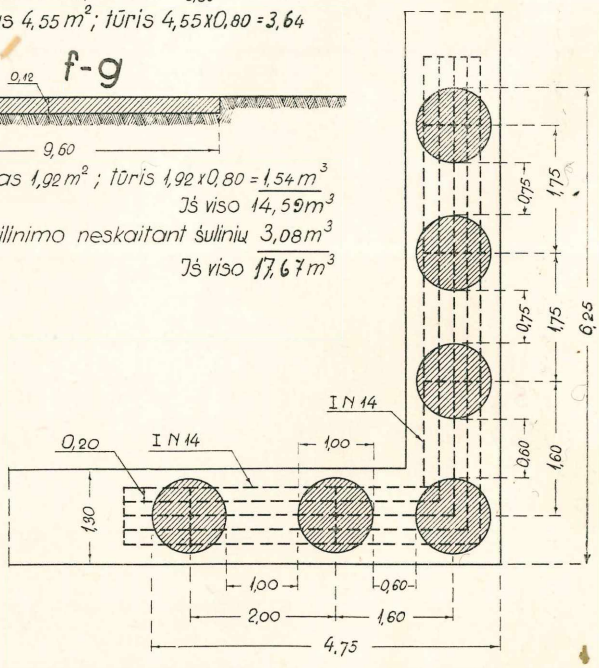
Įšilginis plotas 1,92 m^2; tūris 1,92 x 0,80 = 1,54 m^3

Iš viso 14,59 m^3

Dar nuo aulos (salės) pamatų pagilinimo neskaitant šulinių 3,08 m^3

Iš viso 17,67 m^3

864 vaizd.



865 vaizd.

Gimnazijos rūmų kampas su šulinių pagrindu. Šuliniai suleisti į gruntą iki įvairaus gilumo (pagal reikalą), Šulinių kiautas — iš gelžbetoninių žiedų, jų vidurys užbetonuotas, gilesni ir giliausias kampinis dar turi dugne 3 medinius sukaltus iki kieto molinio gr. polius.

Jei pamato vietoje su geru gruntu pasitaiko staigi minkšta duobė, sena properša, buvęs griovys ir t.t-, tai naudinga abiejose pavojingos vietos pusėse įleisti po šulą (Senkbrunnen, опускной колодец), o viršum jų padaryti balkinį arba arkinį perdengimą (pamatą) sienai remtis.

Gali būti reikalas daryti ir ištisai visą pagrindą pastatui iš giliai suleidžiamų šulų iki kieto grunto. Tada toks pagrindas su arkiniais ar balkiniais viršum perdengimais sudaro vadinamuosius šulinius pagrindus (Senkbrunnen-Gründung, основание из опускных колодцев).

Vaizdas 866 rodo šulinių fundamentų plano pavyzdį; vaizdai 867—72 reiškia išilg. ir sk. piūvius su pamatais iš galimų įvairių konstrukcijų, būtent: $m — n$ ir $a — b$ (žr. planą ir piūvius 866, 870, 867 vaizduose) iš plytinių skliautarkių tarp šulų ir plytiniais skliautais tarp skliautarkių, $k — l$ ir $c — d$ (žr. planą ir piūvius 871, 868 v.v.), iš aukštesnių gelžbalkių tarp šulų ir žemesnių gelžbalkių tarp pirmųjų, $p — s$ ir $e — f$ (žr. planą ir piūvius 872 ir 869 v.v.), iš išilglnių gelžbetoninių sijų ir skersinių gelžbetoninių sijelių su gelžbetonio viršutine plyta.

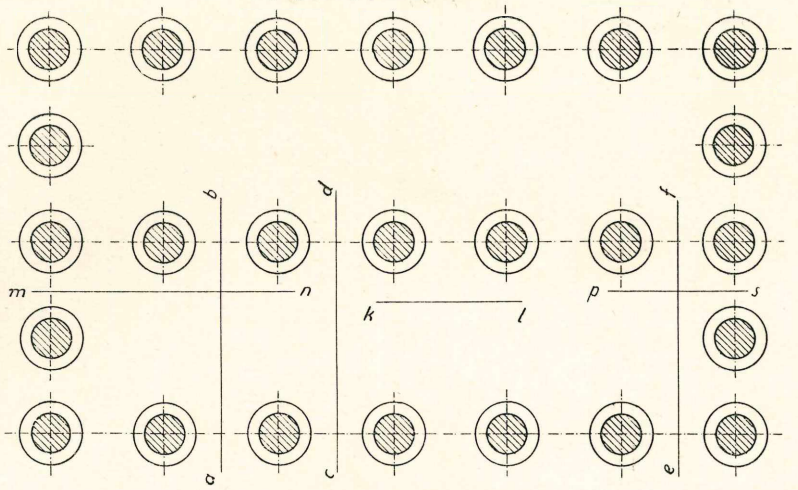
Šulai su viršum jų gulinčiomis pamatų konstrukcijomis (skiautarkėmis ir skliautais, gelžbalkiais ir gelžbetonio sijomis) turi būti tvirtai surišti: prie skliautarkių su skliautiniais perdengimais yra vartojami vertikalūs ir horizontalūs geležiniai strypiniai ir plokšti ankerai; prie gelžbalkių — jų galai per plokščią geležį sukniedijami, prie gelžbetonio — gelžbetoninių sijų strypų galais.

Patys šulai daromi dažniausiai apskritos formos, cilindriniai arba konusiniai su praplatėjimu žemyn $\frac{1}{15} — \frac{1}{8}$. Šios pastarosios formos gelžbetonio konstrukcijos šulą su viršum jo gelžbetonio pamatu matome 883 vaizde; šulo vidurys užpildytas liesu pigiu betonu.

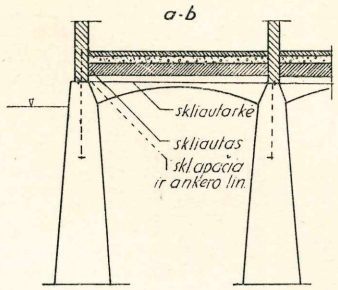
Šulai plane esti įvairios formos ir dydžių (a, b, c, d, e, f, g tipai), žiūrint statybos vietos sąlygų ir jų paskirties. Paprastesni tipai (a, b, c, d) vartojami trobesiniams pastatams, o komplikuotesni (e, f, g ir kiti) krantinėms ir tiltams. Tuščiavidurių šulų sienelės iš gelžbetonio daromos ~ 12 —15—18—20—25 cm storio, iš plytinio mūro — 0,5 pl. — 1 pl. — 1,5 pl. — 2 pl. storio. Kada šulinys leidžiamas į gruntą po vandeniu, ir vandenį sunku išpompuoti, kad gruntą galima būtų kasti po šulu iš vidaus be vandens, tada šului daromas metalinis kiautas (žr. 879—82 vaizd.) iš geležinio karkaso, aptraukiant jį stora skarda (~3—5—10 mm). Kiautas germetiškai uždengtas iš šonų ir viršaus, o atdara tik apačia, kur reikia gruntą kasti, kad kiautas, iš viršaus apslėgtas, smegtų žemyn. Turint tokį kiautą (kaip apvožtą į vandenį arbatinį stiklą), oro spaudimu viduje galima vandenį iš to kiauto išspausti žemyn iki reikiamo kasti gilumo. Maždaug 1^{at} spaudimas atitinka 10 m gilumą po vandeniu. Kasimo darbas žmonėms suspaustame ore yra sunkus ir atliekamas tik esant 1—2—3—4^{at}.

Šulinių pagrindų planas

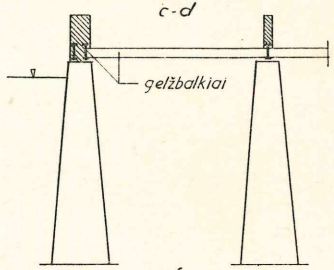
866 v.



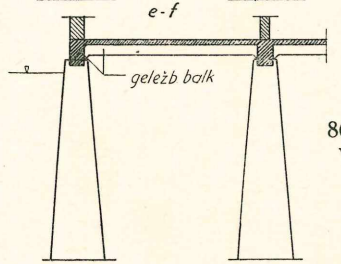
Pamatų ir jiems šulinių pagrindų piūviai a—b, c—d ir e—f.



867 v.

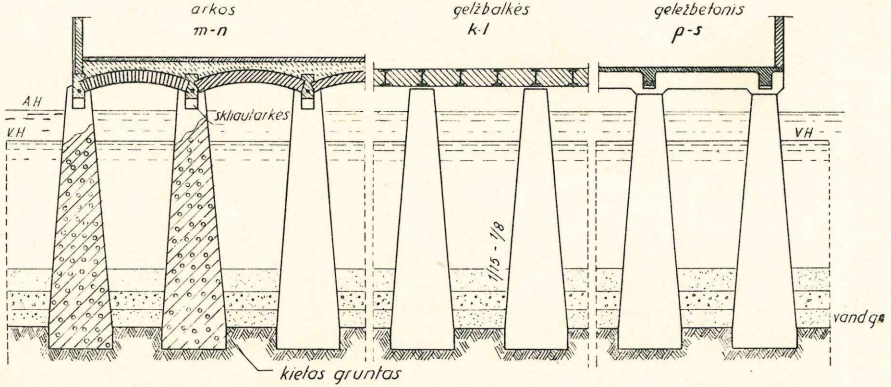


868 v.



869 v.

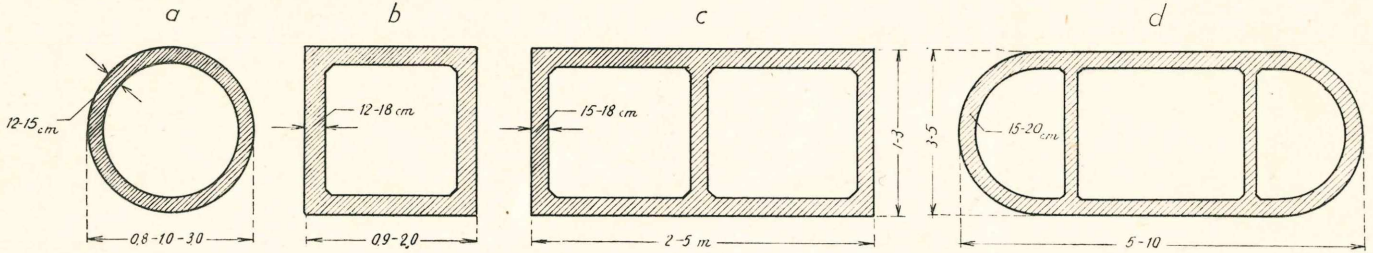
perdengimai gali būti



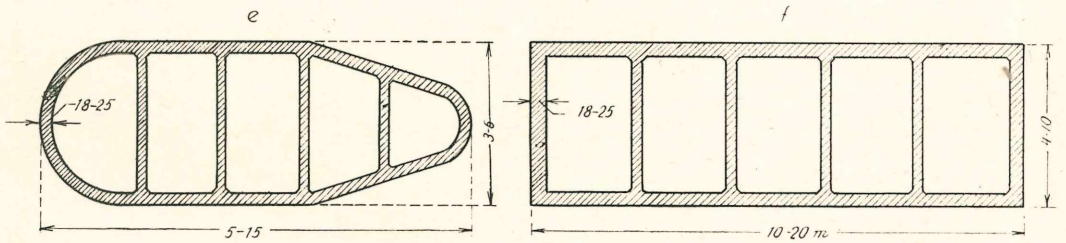
870 v. 871 v. 872 v.

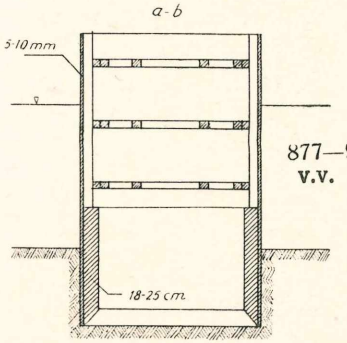
Pamatų ir jiems šulinių pagrindų piūviai (m—n iki p—s)

Leidžiamų gruntan pagrindams šulinių įvairios formos (873—81 v.v.) ir jų išrėmimai medžiu (880—2v.) ir geležimi

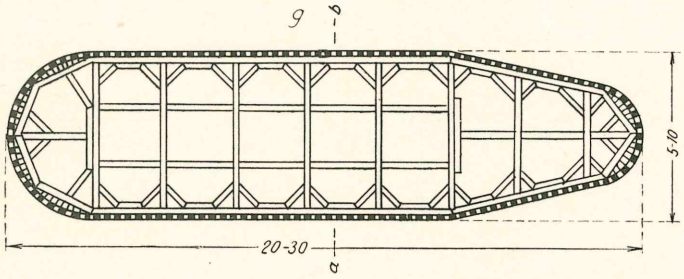


873—6 v.v.

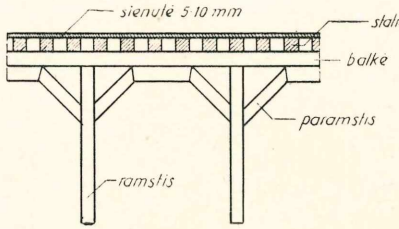




877—9 v.v.

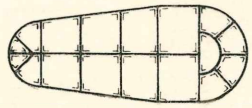


880 vaizd.

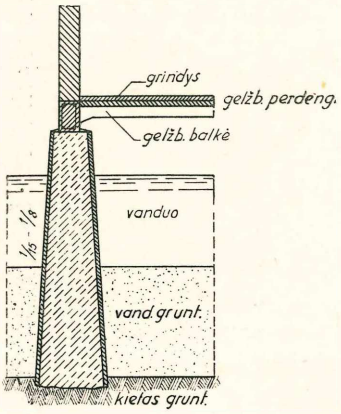


881 vaizd.

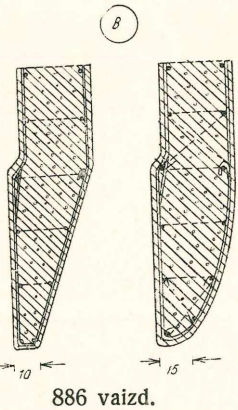
882 vaizd.



Toks metalinis kiautas, apvožtos dėžės pavidalo, dar su įrengimais žmonėms įleisti ir išleisti, įrankiams paduoti ir iškasamam gruntui iškelti, išimti, yra vadinamas k e s o n u. Kesono kiautas, arba sienelės, kad nuo vandens ir grunto spaudimo neįdubtų į vidų ir neišsipūstų į oro pusę, yra rūpestingai daromi mediniai (žr. 880—1 vaizd.) arba geležiniai (žr. 882 vaizdą) išrėmimai su detaliais visų konstrukcijų apskaičiavimais.

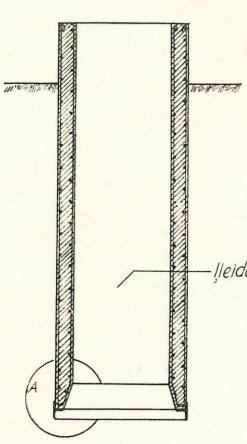


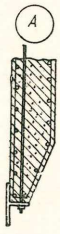
883 vaizd.



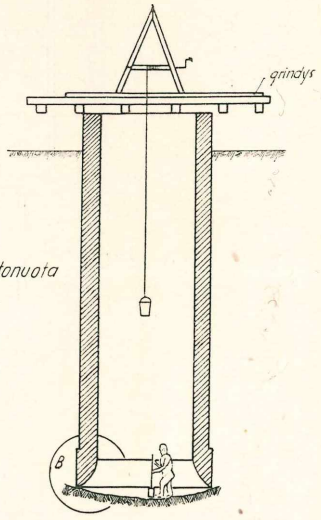
886 vaizd.

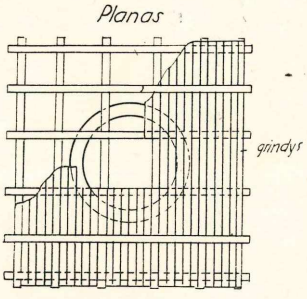
ŠULAI IR ŽAMBAI IŠ GELŽBETONIO





884 vaizd.



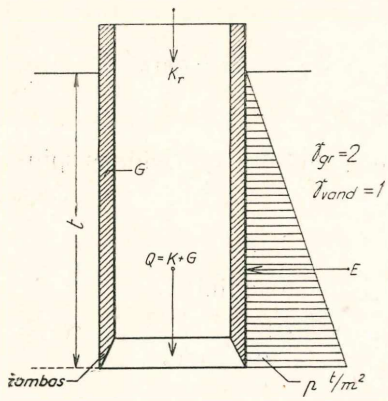


885 vaizd.

Kesonas, įleistas į gruntą iki reikiamo gilumo, išmūrijamas nuo apačios aukštyn tam tikrais sluoksniais, palaipsniui pašalinant išrėmimus (žr. 879 vaizd.); tarp išmūrytų sienelių visas kesono vidurys užpildomas mažos vertės liesu betonu arba mūru.

Leidžiamas gruntan paprastas tuščiaviduris šulas turi išlaikyti vandens ir grunto išorinį spaudimą. Paimsime atsparesnes šulo formas, kvadratinę ir apskritinę, ir blogiausiomis aplinkybėmis, kada gruntas vandeningas ($\gamma_{gr} = 2$ t/m^3) ir vidus išsemtas, tuščias (žr. 887—8 vaizd.):

887 vaizd.



$$E = \frac{\gamma_v t^2}{2} + \frac{(\gamma_{gr} - \gamma_v) t^2}{2} \times \mathrm{Tg}^2 (45^0 - \varphi^0/2)$$

$$p\ \mathrm{t/m^2} = \frac{dE}{dt} = \gamma_v \cdot t +$$

$$+ (\gamma_{gr} - \gamma_v) \cdot t \cdot \mathrm{Tg}^2 (45^0 - \varphi^0/2),$$

kur $\gamma_{gr} = 2$

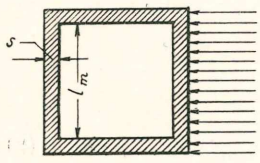
$\gamma_v = 1$ ir

$\gamma_{gr} - \gamma_v = 2 - 1 = 1;$

todėl:

$$p\ \mathrm{t/m^2} = t + t \cdot \mathrm{Tg}^2 (45^0 - \varphi^0/2) =$$
$$= t \cdot [1 + \mathrm{Tg}^2 (45^0 - \varphi^0/2)];$$

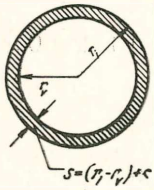
888 v.



vidut. galima imti $\varphi^0 = 36^0$, tada:

$$\mathrm{Tg}^2 (45^0 - 18^0) = \mathrm{Tg}^2\, 27^0 \cong 0{,}5^2 = 0{,}25.$$

889 v.



$$\begin{cases} E = \dfrac{t^2}{2} + \dfrac{t^2}{2} \cdot 0{,}25 = \dfrac{t^2}{2}(1+0{,}25) = 0{,}625 \cdot t^2 \\ p\ \mathrm{t/m^2} = t + t \cdot 0{,}25 = 1{,}25 \cdot t. \end{cases}$$

1) Imame kvadratinio šulinio apačioje juostelę 1 cm aukščio l m ilgio, s cm storio ir įstiprintais galais, tada jos tvirtumui turime:

$$M = \frac{p l^2}{12}; \quad M = \sigma \cdot W = \sigma \cdot \frac{1 \cdot s^2}{6}$$

$$\frac{p l^2}{12} = \sigma \cdot \frac{1 \cdot s^2}{6}; \quad s = l \sqrt{\frac{p}{2 \cdot \sigma}}, \text{ kur } \sigma = \sigma_{\text{lauž.}}.$$

Jei šulo sienelė iš betono su $\sigma = \sigma_{\text{lauž.}} = 4\ \mathrm{kg/cm^2}$; $t = 4$ m ir $l = 1$ m $= 100$ cm, tai:

$$p = 1{,}25 \cdot 4 = 5\ \mathrm{t/m^2} = 0{,}5\ \mathrm{kg/cm^2}.$$

Betono sienelės storis bus:

$$s = 100 \sqrt{\frac{0{,}5}{2 \cdot 4}} = 100 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{\frac{0{,}5}{2}} = 100 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 25\ \mathrm{cm}.$$

Geležiai su $\sigma = \sigma_{lauž.} = 1000$ kg/cm^2:

$$s = 100 \sqrt{\frac{0{,}5}{2 \cdot 1000}} = 100 \cdot \frac{1}{10} \sqrt{\frac{1}{10}} = 5 \cdot 0{,}32 = 1{,}6 \text{ cm}.$$

2) Imame apskritą šulą su sienelės išoriniu spinduliu r_i ir vidaus spinduliu r_v, tada sienelės storis (s) reiškiasi taip:

$$s = (r_i - r_v) + c, \text{ kur } c = \begin{cases} 10-15 \text{ cm betonui} \\ 5-10 \text{ „ gelžbetoniui} \\ 1{,}0 \text{ „ valc. gelež.} \\ 0{,}5 \text{ „ lietai geležiai.} \end{cases}$$

Jei išorinis spaudimas yra p kg/cm^2, tai pagal Bachą turime:

$$r_i = r_v \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{sp}}{\sigma_{sp} - 1{,}7\,p}}$$

tegu $t = 4$ m; $p = 1{,}25 \cdot t = 1{,}25 \cdot 4 = 5$ t/m$^2 = 0{,}5$ kg/cm^2; $r_v = 1$ m $= 100$ cm; betonui leidž. $\sigma_{sp} = 20$ kg/cm^2, tai:

a) gelžbetoniui
$$\begin{cases} r_i = 100 \sqrt{\frac{20}{20 - 1{,}7 \cdot 0{,}5}} = 100 \sqrt{\frac{20}{19{,}15}} = 100 \sqrt{1{,}044} \simeq \\ \cong 100 \cdot 1{,}022 = 102{,}2 \text{ cm} \\ s = r_i - r_v + c = 102{,}2 - 100 + 8 \simeq 10{,}2 \text{ cm} \\ \text{praktiškai imamas } s = 10-15 \text{ cm}. \end{cases}$$

b) geležiai; tegu $p = 0{,}6^{at}$
$$\begin{cases} r_i = 100 \sqrt{\frac{1000}{1000 - 1{,}7 \cdot 0{,}6}} = 100 \sqrt{\frac{1000}{998{,}98}} = 100{,}055 \text{ cm}: \\ s = r_i - r_v + c = 100{,}055 - 100 + 0{,}5 = 0{,}555 \sim 6 \text{ mm}. \end{cases}$$

Kada veikia išvidinis spaudimas (vandens vamzdžiai ir kesonai) p, tai reikalingas sienelės storis (s) taip pat reiškiasi:

$$s = r_i - r_v + c,$$

$$\text{kur: } c = \begin{cases} 0{,}7 \text{ cm} — \text{stovint. gelež. vamzdžiams,} \\ 1-1{,}2 \text{ cm} — \text{gulint. gelež. vamzdžiams} \end{cases}$$

$$\text{ir } \quad r_i = r_v \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{tr} + 0{,}4\,p}{\sigma_{tr} - 1{,}3\,p}}.$$

Pagal formulę $s = r_i - r_v + c$ suradus kesono sienelės storį (s), reikia dar patikrinti, ar užteks to storio iš viršaus reikalingam spaudimui K_r kartu su šulinio ar kesono savo svoriu G.

Tas bendras spaudimas yra reikalingas toks, kad šulinys arba kesonas smegtų žemyn, tai yra, kad būtų nugalėta sienelių bendra trintis (T) į gruntą: $\uparrow T = K_r + G = \downarrow Q$ (žr. 887, 9 vaizd.).

$$\text{Trintis } T = 2\pi \cdot r_i \cdot t \cdot \tau,$$

kur: r_i — išor. šulinio spind. m; t — šulinio gilumas grunte m; τ — vienetinė trinties jėga t/m^2.

Vandeniniai — drėgni moliniai gruntai duoda trintį su skarda ir švelniu tinku $\tau = 1 - 1{,}5\ t/m^2$, su medžiu $\tau = 1{,}5—2{,}0\ t/m^2$, su šiurkščiu betonu ir mūru $\tau = 2{,}0—2{,}5\ t/m^2$; vandeningi — drėgni smėliniai ir žvyriniai gruntai duoda trintį su skarda $\tau = 2{,}0\ t/m^2$, su medžiu $\tau = 3{,}0\ t/m^2$, su šiurkščiu betonu ir mūru $\tau = 3{,}5\ t/m^2$.

Tegu $s = r_i - r_v + c = 102{,}2 - 100 + 14{,}8 = 17$ cm

$$\uparrow T = 2\pi \cdot r_i \cdot t \cdot \tau = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}17_m \cdot 4_m \cdot 1{,}0\ t/m^2 = \downarrow Q$$

$$\sigma_{bet.} = \frac{Q}{\pi (r_i^2 - r_v^2)} = \frac{Q}{\pi (1.17^2 - 1{,}0^2)} = \frac{Q}{3{,}14\ (1{,}37—1)} =$$

$$= \frac{Q}{3{,}14 \cdot 0{,}37} = \frac{T}{3{,}14 \cdot 0{,}37};$$

todėl nuo bendro slėgimo, atlaikomo trintimi, betono sumygimas gali siekti:

$$\sigma_{bet.} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}17\ m \cdot 4\ m \cdot 1\ t/m^2}{3{,}14 \cdot 0{,}37\ m^2} \cong 25\ t/m^2 = 2{,}5^{at}.$$

Jei $G = 2\pi \cdot \frac{r_i + r_v}{2} \cdot s \cdot t \cdot \gamma_b = 3{,}14 \cdot 2{,}17 \cdot 0{,}17 \cdot 10\ m \cdot 2{,}2\ t/m^2 = 25{,}5\ t.$

ir $\downarrow Q = \uparrow T = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}17\ m \cdot 10\ m \cdot 1\ t/m^2 = 95{,}5^t$,

tai viršutinis krovinys (K_r) reikalingas

$$K_r = T - G = 95{,}5^t - 25{,}5^t = 70^t.$$

Čia betono sumygimas apačioje bus:

$$\sigma_b = \frac{Q^t}{f\ m^2} = \frac{K_r + G}{3{,}14 \cdot 0{,}37\ m^2} = \frac{95{,}5^t}{1{,}16\ m^2} = 82{,}3\ t/m^2 = 8{,}23^{at}.$$

Jei šulinys ar kesonas būtų leidžiamas per smėlinį-žvyrinį gruntą, tai vietoje $\tau = 1\ t/m^2$ būtų $\tau \cong 3\ t/m^2$ ir tada $\sigma_b \cong 3 \cdot 8{,}23 = 24{,}69^{at}$ yra žymus, bet dar galimas.

Iš viso matyti, kad pavojingiausia šulo ar kesono dalis yra pati apatinė, kuri remiasi ir lenda į gruntą; ta apatinė dalis turi būti ir aštri, todėl

ją vadinsime ž a m b u. Ž a m b a s privalo išlaikyti išorinį spaudimą ($p = 1{,}25 \cdot t$ t/m^2), iš viršaus slėgimą ($Q = K_r + G = T$) ir, lendant į gruntą, iš vidaus grunto laužimą statmenai žambui jėga S, kuri pavojingiausiai veikia, kada išorinio žemės spaudimo nėra, o tik spaudžia išvidinis žemės kylys žambo aukštume, ir kuri (S) gaunama išskaidant Q žambo aštrumo kampu α į išvidinę žambo trinties į gruntą jėgą T ir statmenai žambiu. Toji jėga S veikdama apie O petimi m, sudaro lenkimo momentą $M = S \times m$, kuris laužia žambą iš vidaus į oro pusę apie viršutinį (vertikaliniam piūvy) išorinį žambo tašką. Konstruojant žambą, tą momentą reikia sulaikyti arba vertikaliais varžtais išvidiniame aukštutiniame žambo krašte, arba skersinėmis žambo sąvaržomis (balkėmis).

Kada šulo ar kesono įgilinimas baigtas, tai jo vidus užpildomas liesu betonu, mūru, kai kada užpilama smėliu. Jei pastatyto šulo ar kesono visas galutinas svoris yra G_o, nuo pastato galutinis jo apkrovimas bus K_o, tai gaunamas bendras svoris:

$$Q_o = K_o + G_o \leqslant \sigma_{gr} \cdot F \text{ (be išorinės trinties)}.$$

P a v y z d y s:

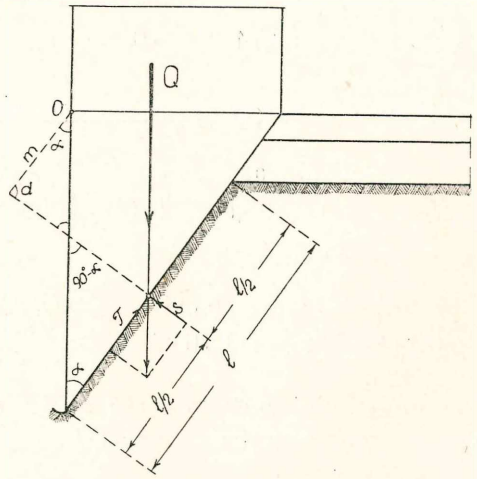
$$\sigma_{gr} = 3^{at};\ r_i = 120\,\text{cm};\ t = 10\,\text{m}.$$

$$\downarrow Q_o = \uparrow \sigma_{gr} \cdot F = \sigma_{gr} \cdot \pi r_i^2 = 3 \cdot 3{,}14 \cdot 120^2 = 229849\,\text{kg} \simeq 230^t$$

$$\text{Jei } G_o = r_b \cdot \pi r_i^2 \cdot t = 2{,}2\ \text{t/m}^3 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}2\,\text{m}^2 \cdot 10\,\text{m} \cong 169^t$$

tai nuo pastato $K_o = Q_o - G_o = 230^t - 169^t = 61^t$, kada trintis neveikia.

Jei trintis veikia gilume $t = 4$ m, tai nuo pastato K_o galės būti didesnis per T, kuris žvyriniame grunte ($\sigma = 3{,}5$ t/m^2) bus:



890 vaizd.

$$T = \tau \cdot 2\pi r_i \cdot t = 3{,}5 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}2 \cdot 4 = 105{,}5^t$$

$$\text{ir } Q_o = \sigma_{gr} \cdot F + T = 230^t + 105{,}5^t = 335{,}5^t$$

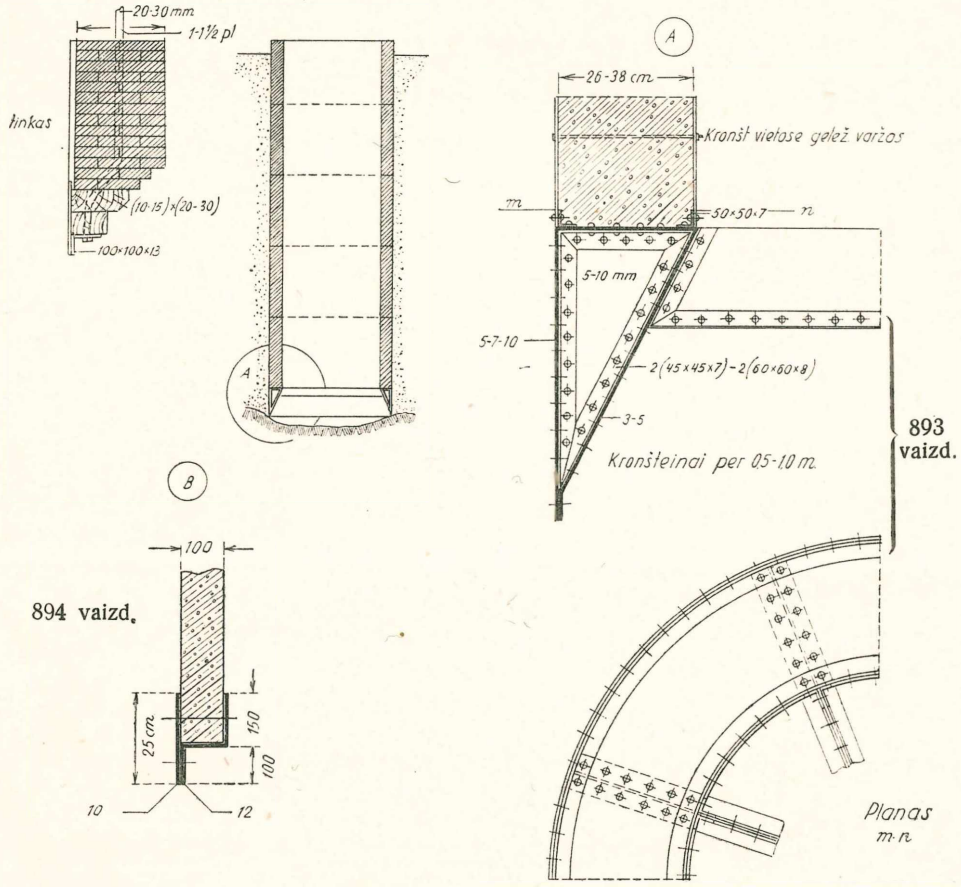
$$K_o = Q_o - G_o = 335{,}5^t - 169^t = 166{,}5^t .$$

Šulo ar kesono žambas turi būti pats tvirtai sukonstruotas ir vertikaliais varžtais ($d = 18—20—25—35$ mm) 4—12 vietose surištas su šulo ar kesono sienomis visame jų aukštyje, kad jokia šulo dalis negalėtų atsiskirti nei vertikaliai nei horizontaliai, šulą ar kesoną leidžiant į gruntą ir vėliau stovint jam po pastatu (sakysime, tilto tauras upėje, kur gali būti smūgiai nuo ledų, sielių, laivų, arba uosto krantinė, kur iš šono daužo bangos, spaudžia milžiniški laivai, o iš viršaus per gruntą tranko kranai ir traukiniai).

891 vaizd. iš mūro

892 vaizd. Iš geležies

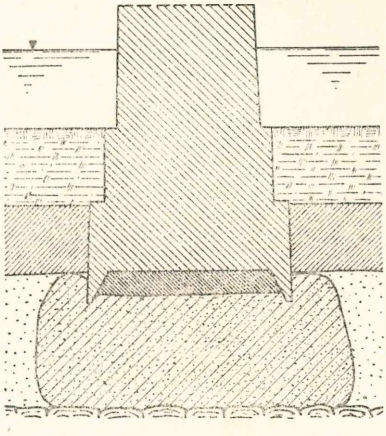
ŠULAI IR ŽAMBAI GALI BŪTI DAROMI:



Šulai ar kesonai ir jų žambai gali būti padaryti iš medžio, mūro, gelžbetonio ir geležies ar plieno (žr. 892—894 vaizdus).

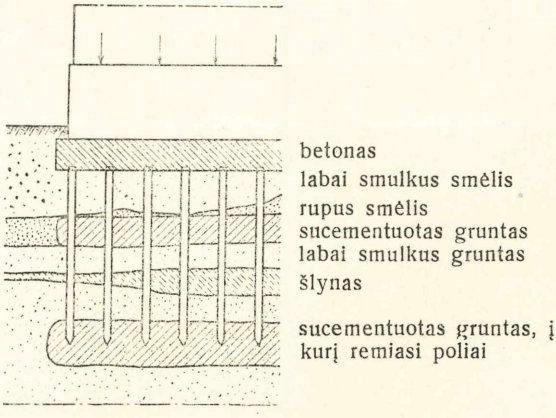
Kitose konstrukcijose žambas daromas į oro pusę truputį storesnis už šulo ar kesono sieneles, kad visas šulas nesitrintų į gruntą jo įleidimo metu.

Kesoniniai darbai gali būti labai gražiai sujungti su grunto cementavimo darbais, kaip tai matyti 395 vaizde.



895 vaizd.

Grunto cementavimo darbai taip pat patogu jungti su poliniais darbais ir duoda labai gerus pastatams pagrindus (žr. 896 vaizd. ir k.).



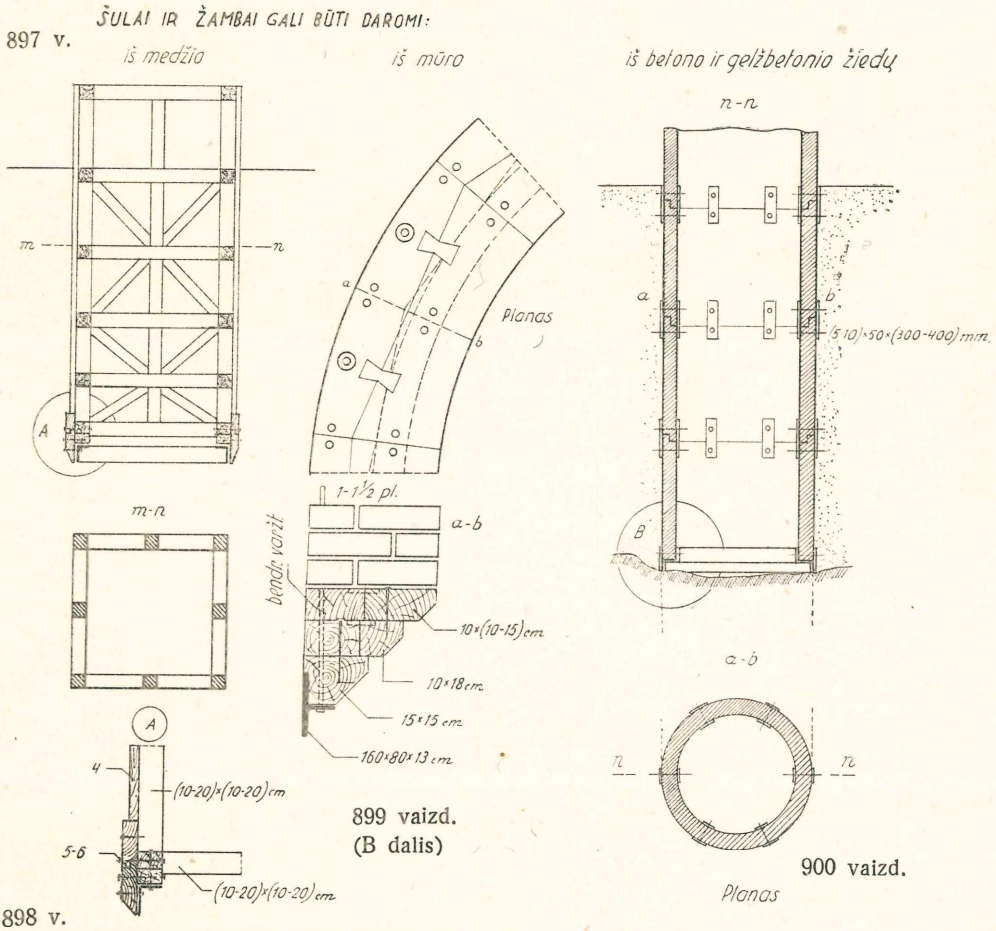
896 vaizd.

Dar medinio šulo pavyzdį žr. 897 v., medinių žambų konstrukcijų pavyzdžius žr. 898—9 vaizd.

Plieninių žambų konstrukcijų tipai A ir B buvo matomi iš 892—4 vaizd.

Gelžbetonio šulų ir žambų (tipai A ir B) konstrukcijas rodo 884—6 vaizd., o vaizdas 901—3 rodo šulo įgilinimo patį darbą. Iš po žambo grunto išsėmimas daromas kibirais, rėčkomis, gręžmaišiais, indiškais kastuvais, samčiais, greiferiais, norijomis ir kitais įrankiais ir prietaisais.

897 v.

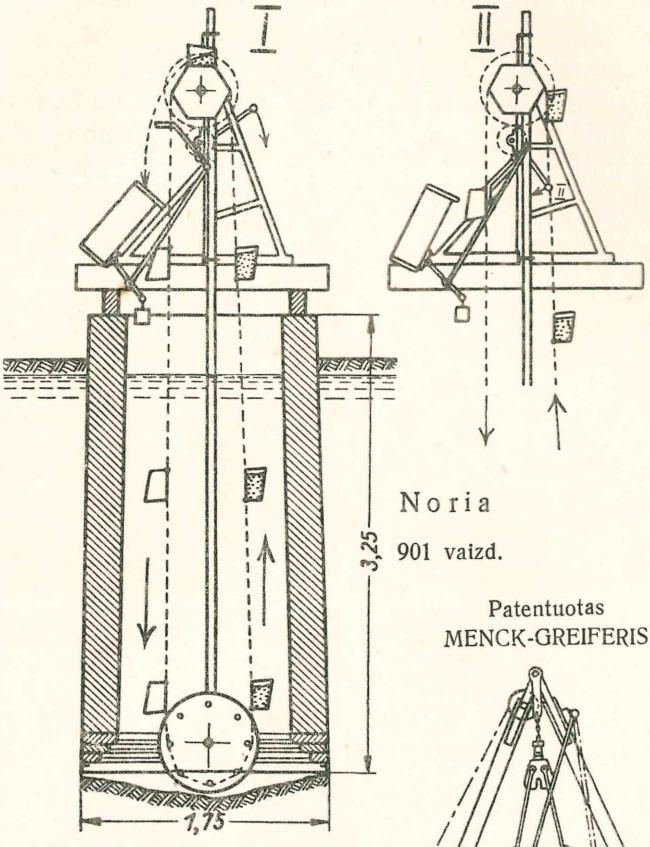


899 vaizd.
(B dalis)

900 vaizd.

898 v.

Betono ir mūro šulai, be vertikalių sienelėse, plieno varžtais surišimų, turi dar laikas nuo laiko ir horizontalius surišimus (žr. 892—3 vaizd.); jei šulas susideda iš atskirų gelžbetonio žiedų, tai jie vertikaliai susiriša plokščiomis sąvaržomis (5—10) mm · 50 mm · (300—400) mm (žr. 900 vaizd.); geriausia yra žiediniam šului žambą sudaryti iš zetinės ($\frac{\text{I}}{\text{s}}$) geležies 150 mm × *s* mm × 100 mm × 12 mm (žr. 894 vaizd.) ir geležinio lapo juostos 250 mm × 10 mm pagal tipą B (žr. 894 vaizd.) arba pavartoti panašią kniedytą geležinę konstrukciją.



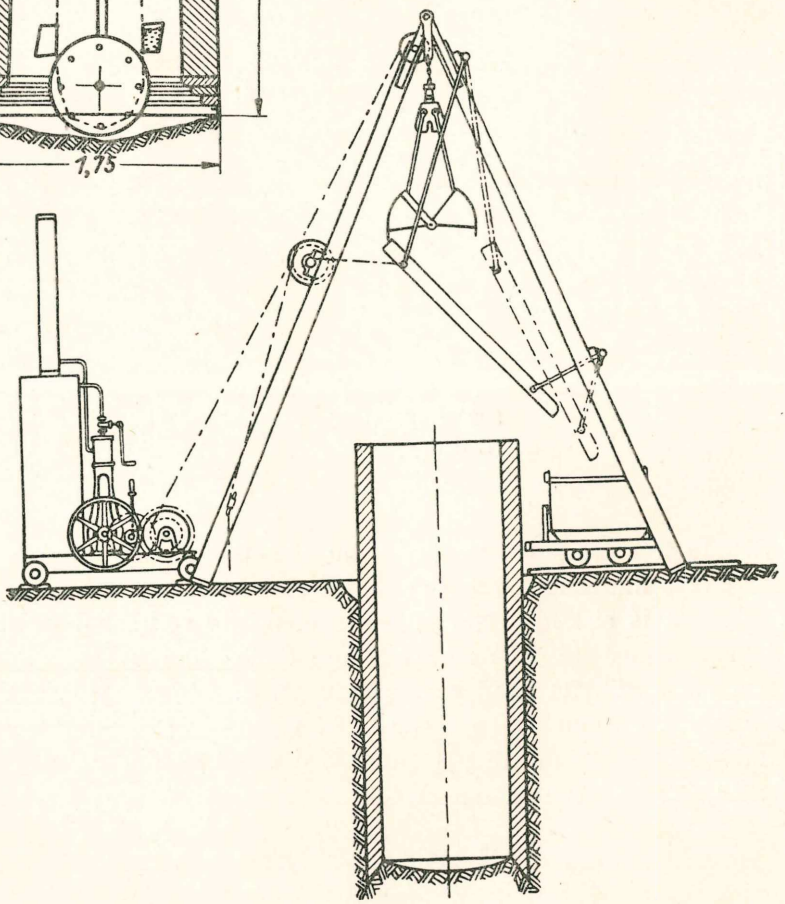
Noria

901 vaizd.

Šulinius leidžiant į gruntą, be kibiro, rėčkos, indiško kastuvo ir grėžmaišio, produktyviškiau yra vartoti „Norią“ ir greiferį (Menck patentas)

902 vaizd.

Patentuotas
MENCK-GREIFERIS



903 vaizd.

Kesoniniai darbai (Kessonarbeiten, кесонные работы).

Šulus leidžiant į gruntą labai dažnai pasitaiko vanduo; jį reikia semti, pompuoti lauk, kad darbininkai galėtų kasti sausumoje, išimti akmenis, kelmus, medžių kamienus.

Kai kada vandens esti tiek daug, kad jį pašalinti susidaro daug keblumų, darbas kaštuoja labai brangiai, o kai kada labai sunkus ir net neįveikiamas. Tada vartojamas *pneumatinis būdas* arba *kesoninis būdas*, būtent: suspaustu oru vanduo išspaudžiamas iš germetiškai uždaro tuščiavidurio šulo per jo tik vieną atdarą apačią ir darbininkams duodama sausai, patogiai dirbti šulo-kesono dugne.

Toks — *suspausto oro pagalba darbas yra kesoninis darbas.*

Jei apverstą stiklą spausti į vandenį, tai, vis labiau spaudžiant, stiklas nersis vis gilyn, vanduo jame kils aukštyn, bet toks kyląs vanduo niekados nepasieks stiklo viduje stiklo dugno, nes pavožtas stikle oras to neleis.

Visas viršum žemės atmosferos sluoksnis spaudžia žemės paviršiuje su $1\ kg/cm^2 = 1^{at}$ jėga, kuri atsveria vandens stulpą 10 m aukščio su apačia $1\ cm^2$, arba atsverti vandens sluoksnį 1 m aukščio reikia turėti spaudimą $0{,}1^{at}$ (teoretiškai).

Todėl norint išspausti vandenį kesone per 6 m, reikės turėti spaudimą $0{,}1^{at} \times = 0{,}6^{at}$; per 12 m — $1{,}2^{at}$; per 20—30—40 m bus reikalingas spaudimas $2-3-4^{at}$ ir t.t.

Suspaustame ore žmogui kvėpuoti ir dirbti yra sunku, nesveika, ir juo didesnis spaudimas, juo yra sunkiau, pavojingiau dirbti. Todėl paprastai kesone darbo su oro spaudimu viršum $3{,}5-4^{at}$ vengiama, nes toks darbas yra jau perdaug rizikingas kesone dirbančių žmonių sveikatai ir jų gyvybei, o drauge ir pačiam kesonui, kuris turi, atsargos dėliai, išlaikyti dvigubą išvidinį spaudimą — $2 \cdot (3{,}5—4) = 7—8^{at}$.

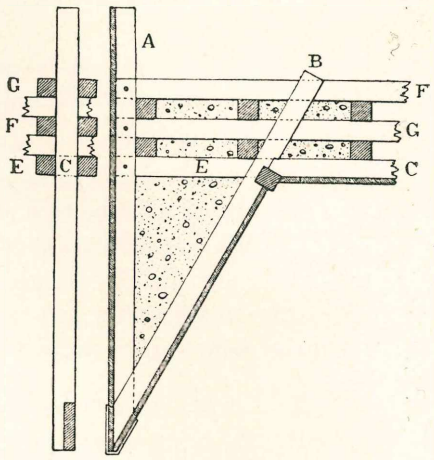
Prie kesoninių darbų yra reikalingas tiek paties darbais vadovaujančio inžinieriaus, tiek jo padėjėjų meistrų ir darbininkų sumanumas, atidumas, sugebėjimas, klusnumas, drąsa, sveikata, pasiryžimas ir patvarumas. Kesoninis darbas yra tikras giliai inžinieriškas darbas.

Šiais laikais kesonai paprastai daromi iš plieno, apskaičiuojami išoriniam vandens ir grunto spaudimui ir dvigubam išvidiniam darbui numatomam spaudimui. Kesonams dar yra vartojamos ir šios medžiagos: medis, mūras, betonas, gelžbetonis ir kt. ir darbui atlikti įvairūs įrankiai, prietaisai, įrengimai (elektros šviesa, motorai, orpompiai, elevatoriai, pereinamos kameros ir angos žmonėms ir medžiagai, išsemiamam gruntui ištransportuoti priemonės, padirbtam kesonui į skirtą statyboje vietą nuvežti bėgiais ar laivais ir kt.).

Inž. Brennecke rekomenduoja šį medinio kesono tipą (žr. 904 vaizd.).

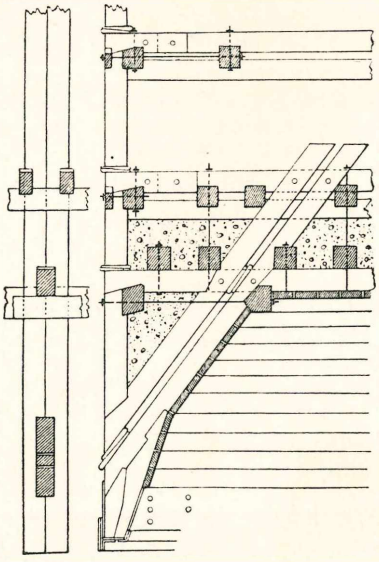
A — statiniai žambui; B — įstrižainiai žambui; E, F, G — lubų balkiai.

Iš oro pusės ir vidaus apmušta lentomis, o žambo aštruma apsiūta geležimi; protarpiai tarp medžio dalių užplūkti betonu. Tuo būdu gaunamas standus, tvirtas kesonas.



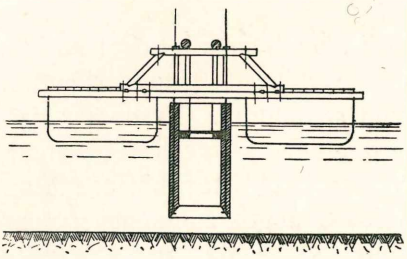
904 vaizd.

Vedant Sibiro didžiulį geležinkelį, inž. Knoppe perdirbo Brennecke tipą (žr. 905 vaizd.), jį sustiprindamas, suvartodamas daugiau medžio medžiagos. Jo kesonas turi išorinį apmušalą vien iš sijų, o tik viduje apmuštas lentomis. Tvirtas žambas baigiasi geležiniu tauru.



905 vaizd.

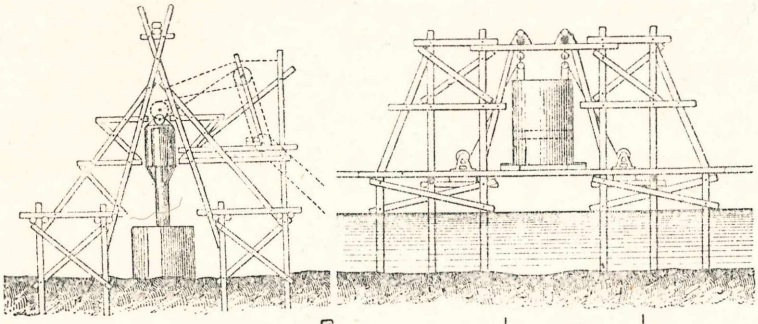
Šulinius ir kesonus, surinktus krante, patogiausia yra transportuoti į pastato vietą, pakabinus per pastolius ant 2-jų pantonų, kaip čia nurodoma (žr. 906 v.).



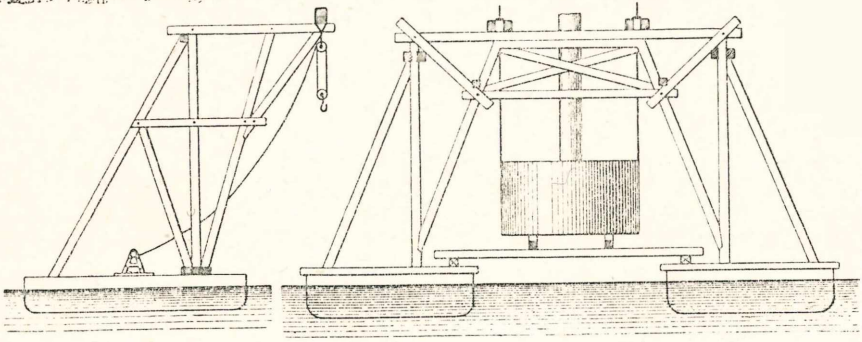
906 vaizd.

Kesonams leisti pastovūs poliniai ir plūdariuoją pantoniniai pastoliai

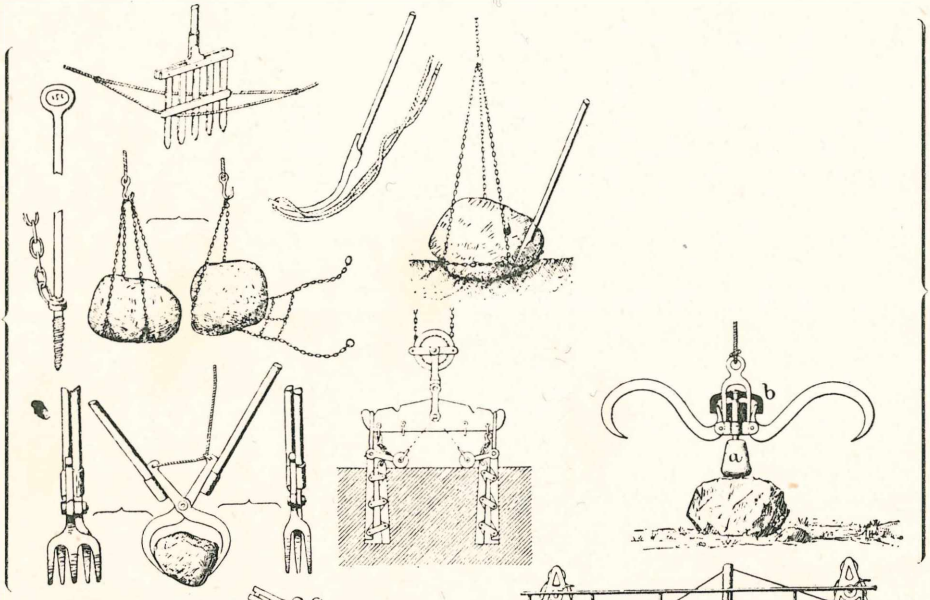
907 v.



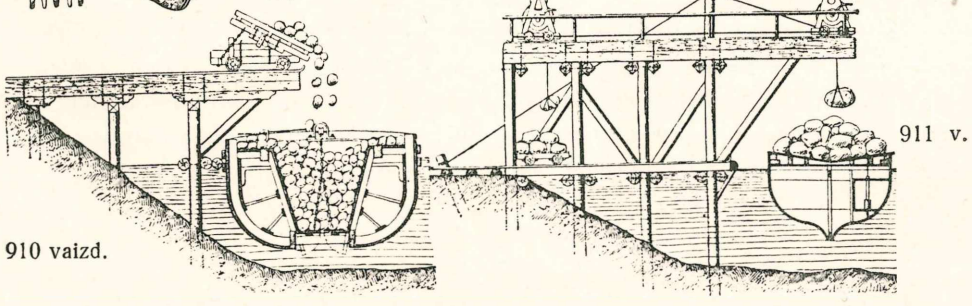
908 v.



Prietaisai ir įrengimai akmenims po vandeniu rinkti ir surinktus transportuoti



909 v.



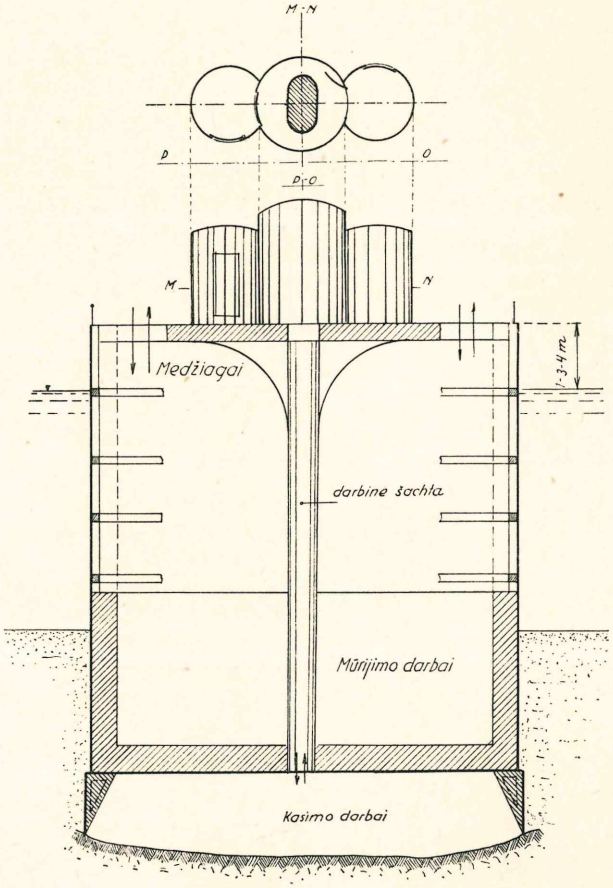
911 v.

910 vaizd.

Kesoninės dėžės padeda pastatų pagrindams atlikti darbą — pasiekti per vandenį ir minkštus gruntus giliai gulintį kietą atsparų gruntą, dažnai jos būna iš vidaus užmūrijamos, pasilieka vietoje, sudarydamos kesoninio pagrindo išorinį tvirtą metalinį kiautą [šulai vandens pastatams — jūrų švyturiams (Leuchttürme, маяки)], tiltų taurams (geležinis tiltas per Nemuną Kaune turi taurus su kiautais iš ketaus ir kt.).

Kesonas su trilype kamera, elipsiniu liūku, įleistas iki kieto grunto, turi sienų apatinę dalį jau išmūrytą, o viršutinę dar tebeišremtą

GERIAUSIA KESONO KAMERŲ FORMA YRA APVALI:



912 vaizd.

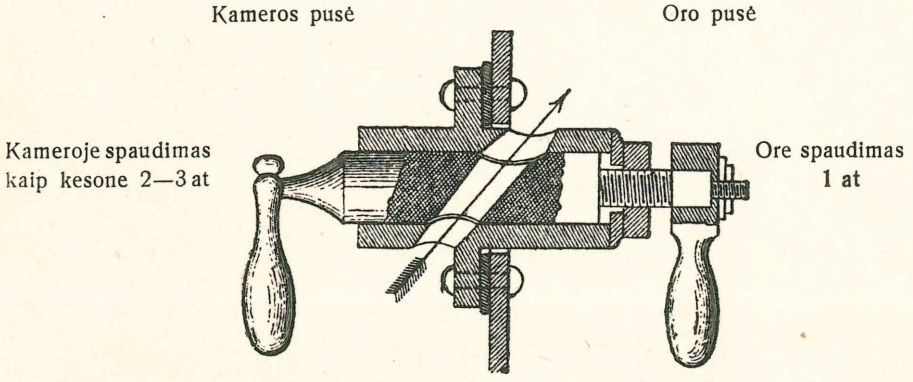
Atspariausia kesonui ir jo viršutinėms pereinamoms kameroms yra apvali apskritinė forma, kaip nurodyta 912 vaizde, kur vertikaliame piūvyje pats kesonas elipsiniu liuku (anga) į uždarą kesono žambinę apačią yra perskrostas, o trivietės viršutinės į darbinį minėtą liuką pereinamos kameros paliktas šoninis vaizdas (žr. $P — O$ ir skerspiūvį $M — N$).

Vaizduojamas kesonas yra geras kesonų pavyzdys, kur visi kesono darbai gali eiti kartu: uždaroje erdvioje žambinėje dalyje kasimas, o viršum žambinio dangčio izoliuotoje nuo oro spaudimo vietoje — mūrijimas; mūro darbams susisiekti yra visai atskiros šoninės angos (viršuje kesonas turi apsaugos pakraštines turėkles).

Kesono pereinamoji kamera padaryta trilypė, kad netrukdomai galima būtų darbininkus įleisti ir išleišti [sakysime, per reguliuojančią oro spaudimą nuo paprasto (1^{at}) išorinio iki didelio požambinio ($2-3^{at}$) kairiąją kamerą (orinį šliūza), turinčią germetiškas duris nuo oro pusės ir nuo vidurinės didelio oro spaudimo kameros] ir gruntą išimti, ir medžiagą į požambį paduoti [sakysime, per reguliuojančią oro spaudimą nuo paprasto (1^{at}) iki didelio požambinio ($2—3^{at}$), dešiniąją kamerą (kitą orinį šliūzą), taip pat turinčią dvejas germetiškas duris].

Pereinamoji kamera turi mažiausia tik vieną skyrių su vienomis germetiškomis durimis sienoje ir germetiška anga dugne į kesoną; patogesnė kamera bus dviejų skyrių, kurių kiekvienas turės savo atskiras duris ir angą grindyse, kad turėtų atskirą susisiekimą žmonėms ir medžiagai.

Pereinamos kameros oro spaudimui išlyginti su išoriniu ir kesoniniu spaudimu (1 at) (2—3 at) prietaiso arba krano tipas



913 vaizd. ↑ Kameros sienelė

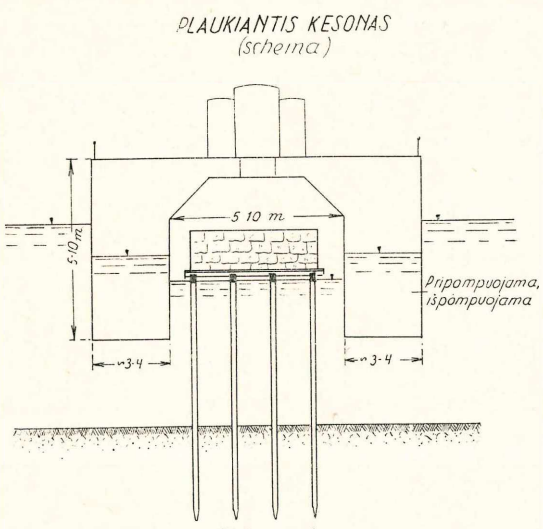
Geriausia kamera bus trilypė su vienu bendru dideliu liuku (anga).

Tvarka žmogui įleisti į kesoną yra tokia: kamermeisteris įžengiamoje kameroje, uždarius angą į kesoną, sulygina oro kamerinį spaudimą su išorinio oro spaudimu, pamažu išleisdamas orą iš kameros tam tikru kranu ir kontroliuodamas pastatytu, gerai matomu manometru; o vėliau atidaro išorines duris, įleidžia 1—2—4 žmones į kamerą, germetiškai uždaro duris ir pamažu kitu kranu (tarp įžengiamos kameros ir kesono) leidžia iš kesono suspaustą orą į kamerą su žmonėmis, kurie privalo atidaryti burnas ir leisti

oro spaudimui keistis viduriuose, kitaip tuojau pradeda skaudėti ausų bubneliai, jie gali plyšti, gali kraujas prasimušti per nosį ir gerklę; iš lėto susilyginus (laikas — 3–5 min — kiek 1^{at}) spaudimui įžengiamojoje kameroje su spaudimu kesone (rodo manometrai), atidaromos angos į kesoną, ir žmonės leidžiasi laiptais ar keltais į kesoną.

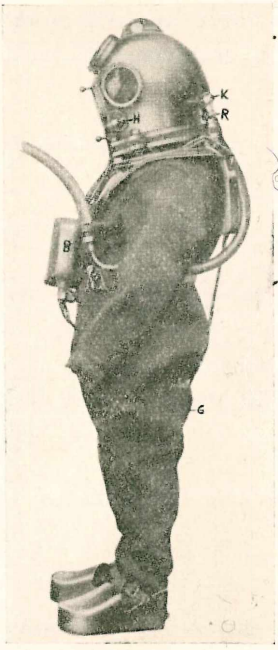
Žmonėms išleisti iš kesono į orą kamermeisteris daro panašias manipuliacijas iš kito galo (sulygina oro spaudimą pereinamojoje kameroje su oro spaudimu kesone, įleidžia iš kesono į kamerą žmones, uždaro angą, sulygina kameroje oro spaudimą su paprastu oro spaudimu, atidaro duris į orą ir išleidžia žmones iš kameros).

Kesonai, sudarą pagrindo dalį ir po darbų pasilieką po pastatu, yra vienkartiniai kesonai. Yra kitos rūšies kesonų, kurie vartojami tik pastatų pagrindų darbams atlikti, o patys pagrindų dalies nesudaro ir juose nepasilieka.



914 vaizd.

Narūnas (Naras)

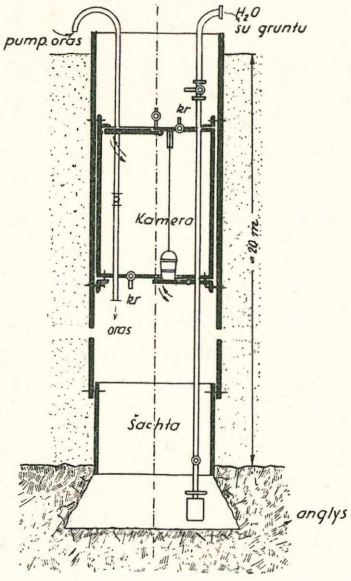


919a vaizd.

Tokie kesonai, pagal darbams vartojimą daugkartiniai, yra lengviausiai vežiojami vandeniu, jie plaukia ir todėl vadinami p l a u k i a n č i a i s k e s o n a i s.

Šios rūšies kesonai vartojami pastatų pagrindams konstruoti iš polių, mūro, gelžbetonio ir plieno po vandens horizontu, kaip parodyta 914 vaizd. Jų gilumas vandenyje priklauso nuo vandens kiekio jo šoninėse patalpose. Kada kesonas dirba, jo galai germetiškai uždaryti užleidžiamais ir prispaudžiamais skydais, kad sudarytų tikrą kesoninę dėžę dirbti suspaustu oru.

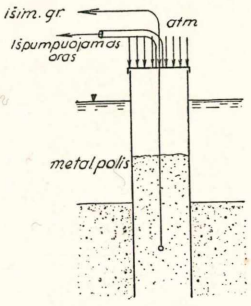
1841 metais prancūzų inžinierius Triger (sk. Triže), darydamas upės Luaros (Loire) slėny gilią — 20 m — anglims kasti šachtą per vandeningus žemės sluoksnius, pirmas sugalvojo panaudoti prie darbų suspaustu oru išspausti iš šachtos plūstantį vandenį ir metalinei (iš ketaus) kamerai gilinti, kasant gruntą sausumoje. Šachtos piūvyje (žr. 915 vaizd.) matomos šachtos sienelės, viduryje šachtos pereinamoji kamera su germetiškai uždaroma anga viršuje (iš kairės) ir tokia pat anga apačioje (iš dešinės), per kuriuos galima ir žmonėms įeiti, įrankius ir medžiagą paduoti, ir gruntą, anglis išimti (kibirais ar dėžėmis); matomi ir du vamzdžiai: jų vienas (kairysis) tarnauja suspaustam orui pompuoti į šachtą vandeniui išspausti, o kitas (dešinysis) neišspaudžiamam vandeniui su gruntu pompuoti arba šachtos suspaustu oru varyti iš šachtos apačios į žemės paviršių; kamera ir vamzdžiai turi reikalingus kranus ir kitus veikimui prietaisus.



Inž. Triger pneumatinė šachta (1841) anglims kasti Loire upės slėny.

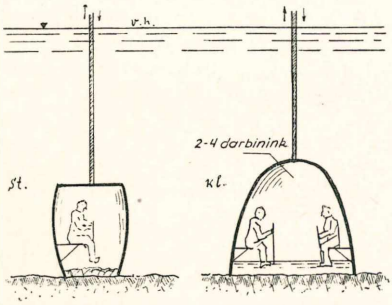
915 vaizd.

Dr. Pott (Anglija) 1843 metais gavo patentą pneumatiniam vamzdiniam poliui, kuris atmosferos spaudimu lenda į gruntą, jei iš jo pompuoti orą lauk.



916 vaizd.

PASTABA: Dar Aristotelio laikais graikai vartodavo apvožtas statines po vandeniu jūros dugne kempėms rinkti, kaip schematiškai parodyta 917 vaizd. Čia apsloginta statinė su žmogumi viduje nuleista į jūros dugną, suspaustame statinėje ore žmogus gali



917 vaizd. 918 vaizd.

919 vaizd.

920 vaizd.

Anglijoje 1843 metais Dr. Pott gavo patentą tuščiaviduriams metaliniams (iš ketaus) poliams gilinti į gruntą, išpompuojant orą iš polio ir pačiam poliui įsispraudžiant atmosferiniu oro spaudimu (žr. 916 vaizd.); kartais gruntui iš polio vidurio išimti, reikia polio viršų atidaryti, išvalius gruntą, uždaryti, vėl orą išpompuoti, kad atmosfera spaustų polį gilyn. Kaip matyti, darbas keblus, neproduktyvus, galimas tik smėliniame grunte; praktiškai šis būdas būvo Anglijoje mėgintas, bet be gerų pasekmių, ir nuo jo atsisakyta.

Prancūzų inžinierius Sezanas (Cezanne) 1857 metais pagal Triger pneumatinį būdą jau statė geležinį tiltą per upę Tisą (Thiss) prie Čegedino Vengrijoje, o dvejetu metų vėliau ir Kaune geležinkeliui tiltą per Nemuną. leisdamas ketinius žiedinius (iš 4 kvadrantų) po 1,33 m aukščio ir $d = 3{,}5$ m. Žiedai buvo daromi iš kvadrantų, kad lengviau būtų transportuoti.

1859 metais inžinierius Fler-Sen-Deni (Fleur-Saint-Denis) suprojektavo pagerintą kesoną Koelno geležinkelio tiltui statyti per Reiną, darbus įvykdė inžinierius Castor. Toliau kombinuotais medžio kesonais buvo pastatyti tiltai Amerikoje per upę East-River (Njujork—Bruklin geležinkelio linija) ir Rusijoje prie didžiojo Sibiro geležinkelio linijos vedimo, leidžiant kesonus apie 30 m gilumo prie 3,5^{at} spaudimo (pagal Brennecke tipą Sibire medinius kesonus darė inž. Knoppe).

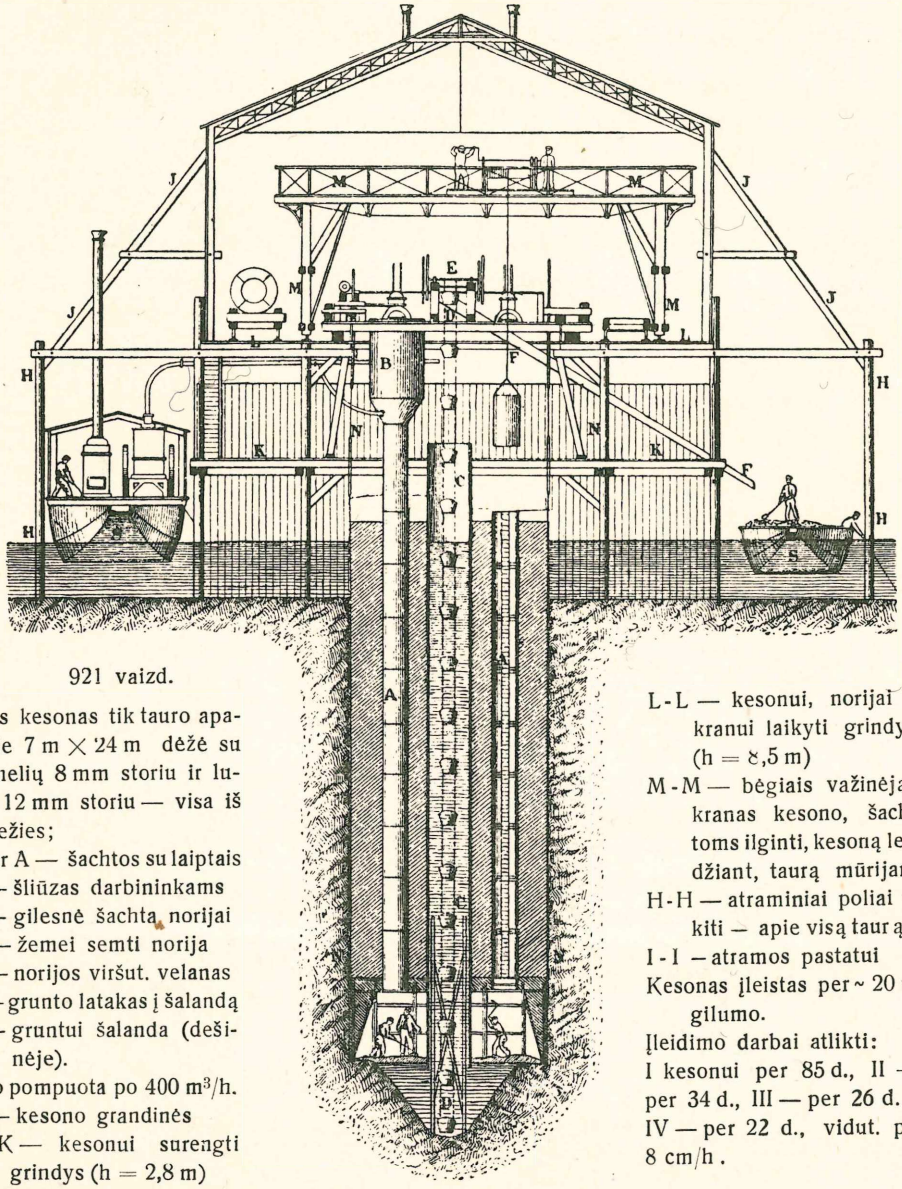
Tik vėliau giliuose vandenyse išsiplėtė narūnų darbai su narūnų patobulintais įvairiais skafanderiniais kostiumais ir orui paduoti pagerintomis žarnomis ir orpompiais.

Šiais laikais pneumatinis kompresorinis darbų būdas yra apskritai jau labai išsiplėtęs ir suspausto oro pagalba jau seniai kniedijami laivų korpusai ir tiltų santvaros (fermos), valomos rūdys, plūkiami gatvių grindiniai, vibruojamas betonas, gręžiamos uolos ir t.t.

---

kvėpuoti, o pasilenkdamas iš apatinėje statinės dalyje susirinkusio vandens gali rinkti kempes, ir prisirinkęs gali duoti ženklą, kad viską keltų aukštyn. Vėliau buvo praktikuojami ketiniai gaubai (kliošai), bet žmogui po statine ir po gaubu (žr. schemat. 917-8 vaizd.) darbo metu kvėpuoti ir apsišviesti buvo vis per mažai oro; jį teikdavo statinėmis ir kitais indais; vėliau orą pompavo iš viršaus per žarną (šlangą), buvo sugalvotas žmogaus galvai specialus metalinis gaubas (skafanderis), germetiškai prisukamas prie vandens nepraleidžiančių drabužių (guminių) viršutinies dalies (metalinės apikaklės); viršum pečių uždedamas oro rezervuaras, į kurį iš viršaus per žarną po truputį nuolat pompuojamas šviežias oras ir ištraukiamas sugedęs; rezervuaras vamzdžiu sujungtas su metaliniu galvos gaubtu (skafanderiu); taip apsirengęs ir po vandeniu dirbąs žmogus yra vadinamas n a r ū n u (naru); kad n a r ū n a s neapsiverstų aukštyn kojomis, jis yra apmaunamas sunkiais narūno batais (žr. 919 vaizd.). Šiuo metu yra įvairių, labai pagerintų ir dideliems gilumams pritaikytų narūnų kostiumų.

Pagal prancūzų inž. Fleur-Saint-Denis padarytą (1859) geležinkelio tiltui statyti Koeln'e per Reino upę projektą darbai buvo vykdomi inžinieriaus Castor, kaip čia nurodyta 921 vaizde.



921 vaizd.

Pats kesonas tik tauro apačioje 7 m × 24 m dėžė su sienelių 8 mm storiu ir lubų 12 mm storiu — visa iš geležies;

A ir A — šachtos su laiptais

B — šliūzas darbininkams

C — gilesnė šachta norijai

D — žemei semti norija

E — norijos viršut. velanas

F — grunto latakas į šalandą

S — gruntui šalanda (dešinėje).

Oro pompuota po 400 m^3/h.

N — kesono grandinės

K-K — kesonui surengti grindys (h = 2,8 m)

L-L — kesonui, norijai ir kranui laikyti grindys (h = 8,5 m)

M-M — bėgiais važinėjąs kranas kesono, šachtoms ilginti, kesoną leidžiant, taurą mūrijant

H-H — atraminiai poliai ir kiti — apie visą taurą

I-I — atramos pastatui

Kesonas įleistas per ~ 20 m gilumo.

Įleidimo darbai atlikti: I kesonui per 85 d., II — per 34 d., III — per 26 d. ir IV — per 22 d., vidut. po 8 cm/h.

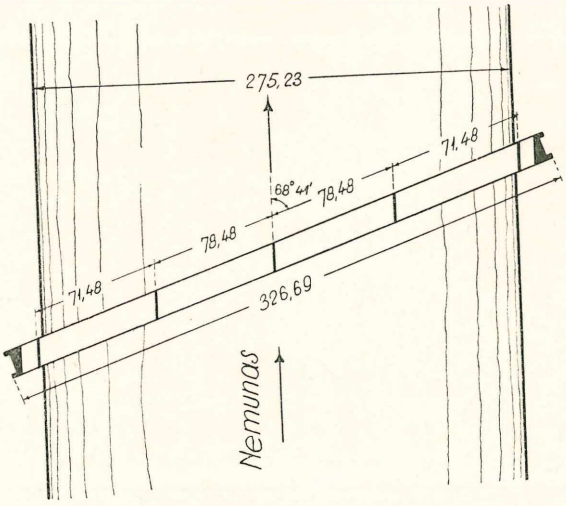
Kelno (Koeln) tilto taurai turi 24 m ilgį, 7 m plotį; pats kesonas yra tik apatinėje dalyje ir susideda iš 4 apvožtų geležinių dėžių (7 m × 6 m × 3,8 m), tarp savęs sujungtų varžtais, kad, reikalui esant, galima būtų išjungti, bet prie smėlio ir žvyro grunto tokio reikalo nebuvo. Tauro vietoje ant apatinių grindų buvo surenkami kesonai, paskiau pakeliami pakabinėmis grandinėmis (po 2 šone prie kiekvieno dėžės kampo) su viršutiniais varžtais 2 m ir 2,5 m ilgio (grandinių patogiam ilginimui) ir d = 8 cm; grindys išėmus, visas kesonas 7 m × 24 m buvo nuleidžiamas grandinėmis ir palaikomas taip, kad mūrijimas viršum kesono lubų eitų sausumoje aukščiau upės vandens horizonto. Vienodam leidimui veržlės buvo sukamos sujungtos.

Kaune per Nemuną geležinkelio tilto kesoninių atramų (taurų ir ramtų) statyba 1859—1861 m.

Firmos „Ernest Gouin & Co Paris“ inžinierius Cezanne, pastatęs 1857 metais iš ketinių žiedų 3 m diametro kesonines atramas geležinkelio tiltui per upę Theiss prie Čegedino (Vengrija), pagal 1858 metais išdirbtą projektą statė geležinkeliui tiltą Kaune 1859 – 1861 metais (žr. tilto darbus prižiūrėjusio Gimning'o straipsnį žurn. „Zeitschrift für Bauwesen“ 1853 ir tilto darbų viršininko karo inžinieriaus A. Erdbergo (Военный инж. Эрдбергъ — „Желѣзный мостъ чрезъ Нѣманъ у Ковно, 1865“).

Kesoniniai darbai Kaune buvo organizuoti taip, kaip parodyta tilto plane ir kesono detalėse (žr. 922a – 23a vaizdus).

922a v.



A — kesono viršutinė darbinė kamera (kliošas) iš katilinės geležies (žr. 922 v.);

B — vožtuvas (durys) į pereinamos cilindr. patalpėlės (D) vidun atidaromas (žr. 922 v.);

C — kranas suspaustam orui iš kameros A leisti į cilindr. patalpėles D (žr. 922 v.);

D — cilindrinės patalpėlės jungti viršutinei darbo kamerai A su išore (žr. 922 v.);

E — kranas išleisti suspaustam orui iš D išeinančiam darbininkui iš kameros į orą (žr. 922 v.);

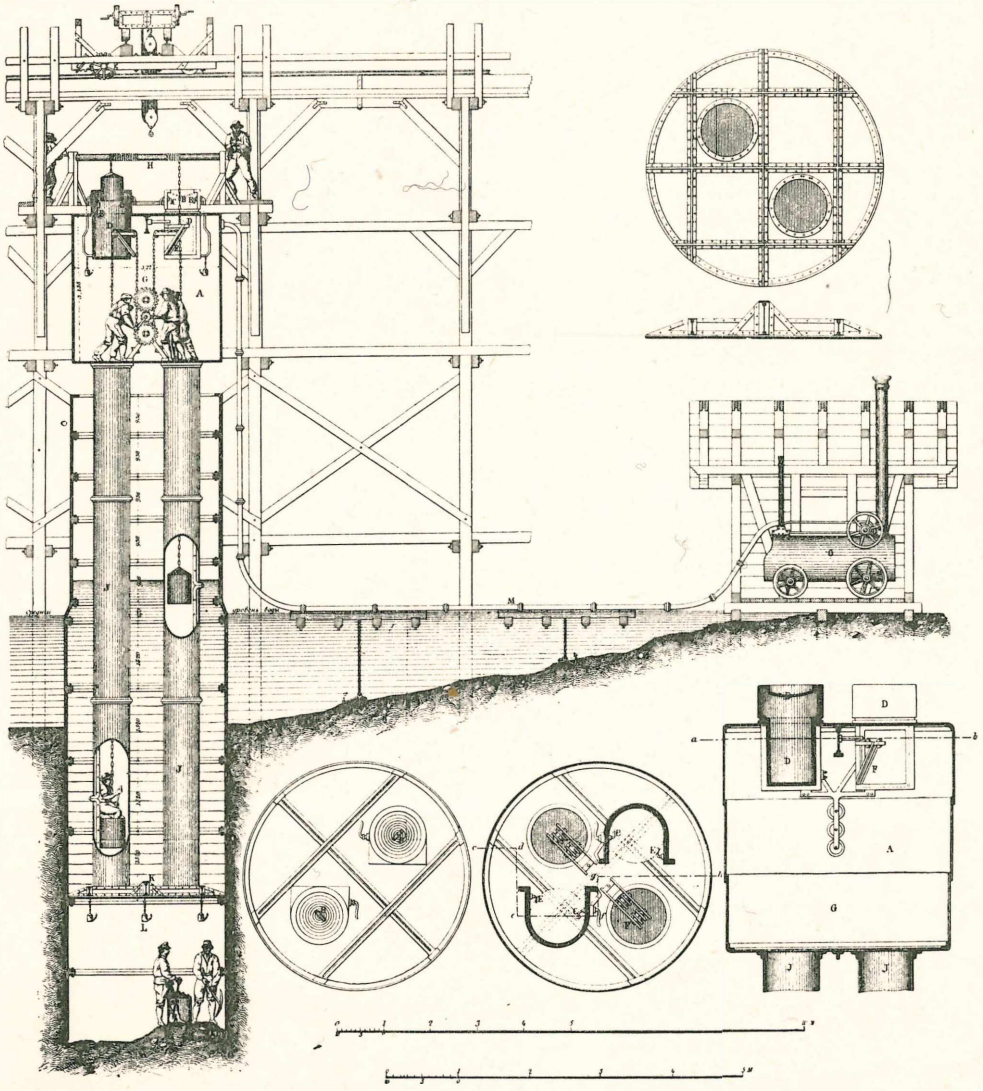
F — durys iš kameros A į D, atidaromos į kamerą (žr. 922 v.);

G — išvidinis geležinis suktuvas (ворот-лебедка) leisti ir kelti rėčkoms (бадья) žr. 922 v.;

H — išorinis medinis suktuvas (ворот) leisti tuščioms į D ir kelti į išorę pilnoms rėčkoms (žr. 922 v.);

I — du cilinderiai (šachtos I) iš katilinės geležies, turį laiptukus (трапы) ir jungią apatinę grunto kasimo L ir viršutinę darbinę A kameras (žr. 922 v.);

Kaune per Nemuną geležinkelio tilto kesono detalės



922 vaizd.

K — kesono diafragma — germetinis dugnas, pristiprinamas prie kesono cilindro flancų (žr. 922 v.);

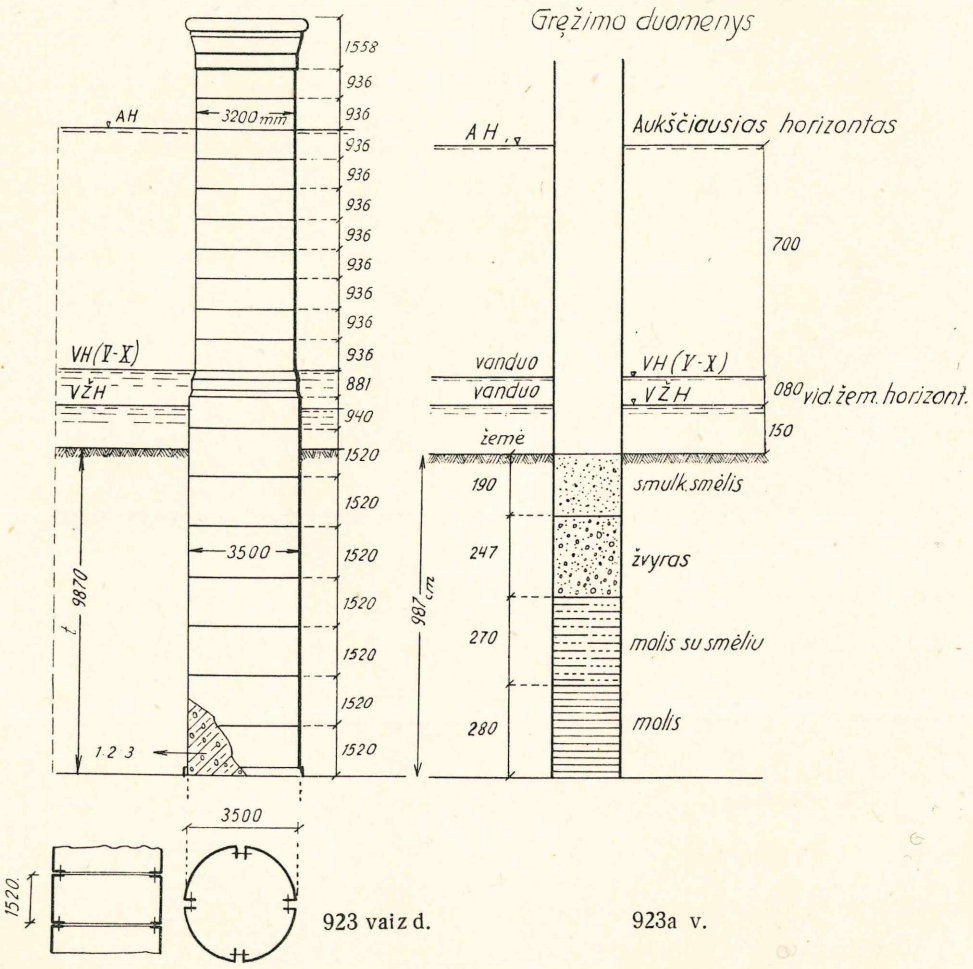
L — kesono apatinė žemės kasimo darbinė patalpa, kuri palaikoma sausa suspaustu oru iki 3^{at} (žr. 922 v.);

M — varinis vamzdis suspaustam orui (kai reikia pašildomam) paduoti, su ketiniais užlenkimais (alkūnėmis), guljs ant 2-jų plūduruojančių pontonų, kad lengviau galima būtų prieiti ir daryti bėgamąjį remontą.

Durys B ir F neatidaromos iš karto, nes gaunamas didelis oro traukimas žmogų susirgdina reumatizmu, gadina ausis, galvoje sukelia skausmą; oro spaudimo išlyginimas ir durų varstymas daromas lėtai.

Kaune per Nemuną geležinkelio tilto kesonas

Kesone nuo 1-3 atm.



923 vaiz d. 923a v.

Kameroje A (chambre d'equilibre) temperatūra būvo 38°—48° R, o patalpoje L buvo 16°—24° R.

Kameroje prie geležinio išvidinio suktuvo (ворот) dirbo keturi darbininkai, opačioje darbavosi du žemkasiai; kada gruntas buvo pakastas ir kesonui reikėjo sėstis, tai oro spaudimas buvo apačioje sumažinamas, ir visas kesonas savo svoriu ir vidiniu vandens stulpu apie cilindrines šachtas spaudžiamas, pasiduodavo gilyn.

Tilto trys kolonos pakliuvo ant akmenų, iš kurių vienas buvo didesnis už cilindro Y diametrą; visi akmenys reikėjo atsargiai susprogdinti paraku arba suskaldyti pakalėmis ir galimais gabalais išimti.

Šviesai kesone vartojo rūdakasių lempas su aliejumi ir stearino žvakes; jų rūkimas užteršdavo darbininkams plaučius ir juos susirgdindavo.

Oro spaudimo darbui buvo vartotas lokomobilis; suspaustas iki $1\frac{1}{2}-2-3^{at}$ oras buvo varomas liaunu variniu vamzdžiu *M*; prie viso pneumatinio aparato darbo dirbo 9 žmonės, iš kurių buvo vienas vyresnysis ir 8 prityrę darbininkai.

Darbininkai suspaustame ore (kesone) dirbo po 4 valandas per dieną, o kitur po 6 val.; darbas ėjo dviem pakaitomis.

Darbininkų atlyginimas buvo po 15—25 kapeikų (74—125 ct) už valandą.

Kesonai buvo sudaromi (žr. 923 vaizd.) iš keto žiedų storio 5 cm. Apatinių (žemėje) kesono žiedų skersmuo 3500 mm ir aukštis po 1520 mm, be to, buvo pereinamos formos žiedai specialių išmatavimų (išmierų). Kad būtų lengvesnis kesono žiedų transportas, kiekvienas žiedas buvo sudaromas iš keturių kvadrantų su falcais tarpusaviam sujungimui varžtais.

Kesonai suleisti po vandeniu į gruntą apie 10 m (žr. 923 – 3a vaizd. su 9870 mm) gilumo, pereinant viršutinius sluoksnius iš smulkaus smėlio ~ 2 m (190 cm) ir žvyro ~ 2,5 m (247 cm), apatinį molį su smėliu ~ 2,75 m. (270 cm) ir įsigilinant į pagrindinį kietą Diluviumo molį per ~ 3 m (280 cm). Vidutiniško žemo vandens gilumas (VŽH) — 150 cm vidutiniškas horizontas VH) aukščiau už VŽH per 80 cm, aukščiausias horizontas pasikelia viršum VH per 7 m, todėl giliausiame vandenyje kesono dalis apsemta per 150 cm + 80 cm + 700 cm = 930 cm viršum aukščiausio horizonto dar guli du žiedai po 936 mm ir viršutinė praplėsta kapitelinė dalis 15,58 mm aukščio.

Tuo būdu matome, kad kesone prie darbų oro spaudimą reikėjo turėti tokį, kad išstumtų vandens stulpą apie 17 m (grunte) + 930 cm (vandeny) = 19,30 ~ 20 m, tai yra 2^{at}, o su vandens išspaudimo nuostoliais per gruntą ir kt. reikalingas buvo praktiškas maksimalinis spaudimas, didesnis už 2^{at}, būtent: $2{,}5^{at}$ — 3^{at}, kas prie darbų ir buvo vartojama.

Kesonų užbetonavimas buvo daromas hidraliniais presais iš gana tvirto betono 1 c : 2 sm : 3 žv, įmaišant 6—10% plytinio skaldinio; betono sluoksnių storis 1,5 – 2', arba 35—60 cm. Kad vanduo neužšaltų presų cilindruose šalčių metu, prie vandens buvo primaišoma 30% glicerino (Glicerine) arba 20% spirito.

Kauno tilto pamatų statybos kesoninis būdas buvo pavartotas geležinkelio tiltui statyti Varšuvoje per Vyslą ir Daugpilyje per Dauguvą. Prie darbų Kaune mirties nelaimių su darbininkais nebuvo, Daugpilyje ir Varšuvoje jų neišvengta.

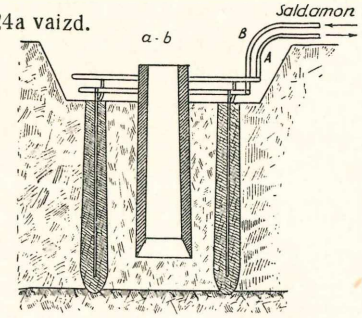
Daug kesoninių pamatų tiltams Rusuose statė visiems žinomas sus. inž. *Petras Vileišis* (†).

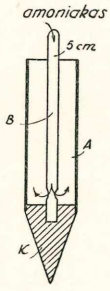
Pagrindų dėjimas grunto užšaldymo būdu

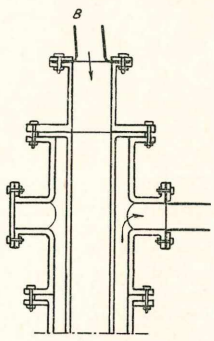
Kada pneumatiniu būdu esti per sunku dirbti arba visai negalima (giliau už 40 m, perdaug giliuose vandeninguose gruntuose ir kt.), tai imamasi pagrindo vietoje grunto užšaldymo būdo (Poetsch). Keldyšas tuo būdu dirbo Sibire. Gruntui užšaldyti reikia giliai leisti dvigubus vamzdžius (vidinis su $d = 5$ cm) ir per juos varyti šaldantį skystį (amijaką) vidujiniais vamzdžiais į apačią, o išoriniais į viršų (mašinos Kappe, Linde ir kt.).

Poetsch'o grunto šaldymo būdas (pirmą kartą jo pavartotas 1883).

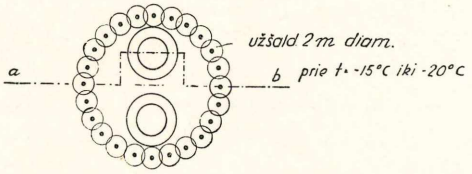
924a vaizd.





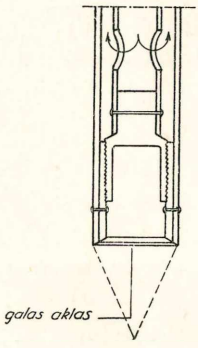


Renkamas vamzdis (A — žiedin.)



924 vaizd.

925 vaizd.



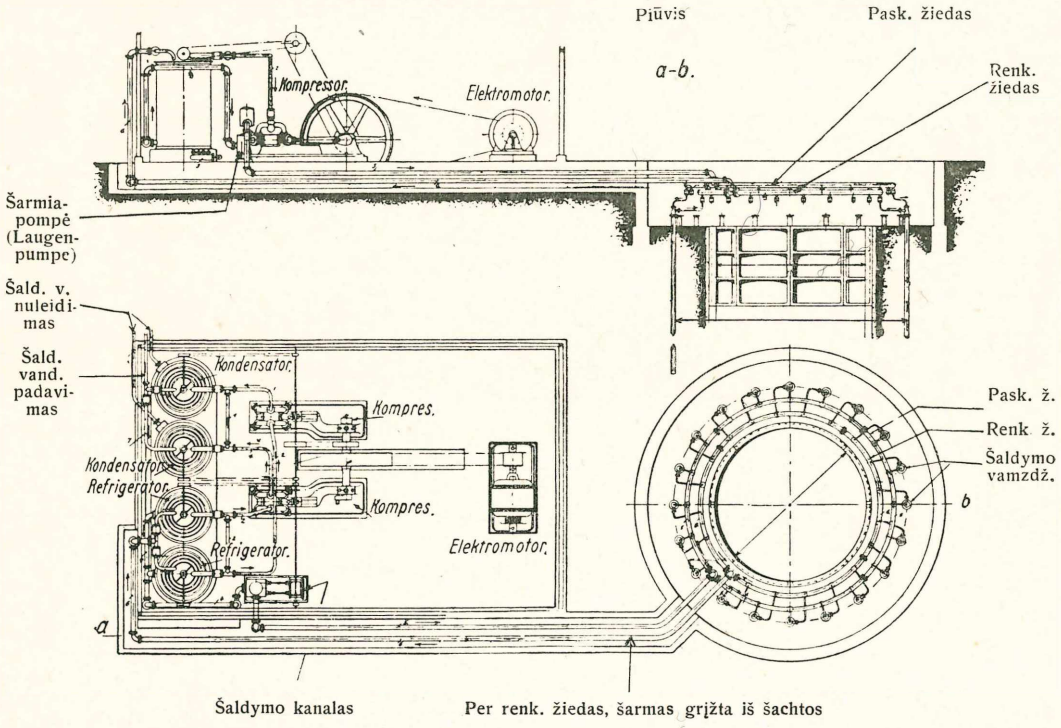
926 vaizd.

PLANAS K — kietas vamzdžio galas. B ir B — vamzdžiais šaldąs skystis eina į grunto apačią, kur pereina išorinius, gruntą šaldančius vamzdžius A, apšyla ir viršutiniu vamzdžiu A varomas į refrižeratorių, kad atšaltų.

Esant skysčio temperatūrai tarp — 15° C ir — 20° C, gruntas apie šaltvamzdžius užšąla 2 m diametru (žr. 924a vaizd.). Kombinuojant užšaldymą taip, kad užšaldomi grunto cilindrai vienas kitą savo šonais perdengtų, galima reikiamai grunto užšaldytu žiedu izoliuoti didesnius pagrindams plotus, sakysime — 2-m šulams, ir, po priedanga nuo biauraus užžiedinio skysto grunto plūdymo, paprastai dirbti žiedo viduryje; galima gruntą užšaldyti ir žiedo viduryje, ir tada leidžiamame šule reikia iškirsti gruntą kaip uolą; toks darbas yra daug tikresnis už darbą pavojin-

game skystame grunte. Užšaldymą ir šulus reikia įgilinti į kietą uolą, arba kietą šlyną, molį. Šaldymo vamzdžiai įkalami arba įgręžiami, todėl jie turi uždengtą atitinkamą kietą galą (žr. 925 vaizd.).

Užšaldymo būdu pamatų pagrindams dėti šaldymo stoties įrengimo schema



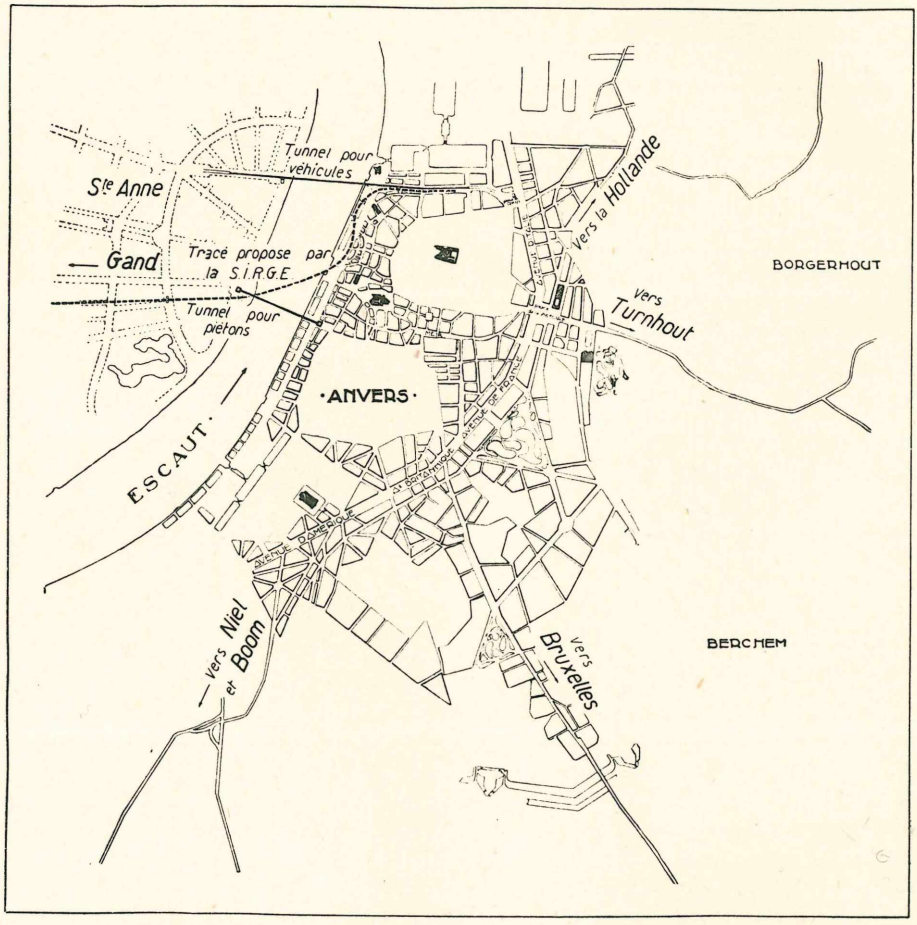
1. NH_3 spaud. vamzdžiai; 2. NH_3 čiulp. vamzdž.; 3. NH_3 skyst. vamzdž.; 4. šarmui čiulpti vamzdž.; 5. šarmui varyti į šachtą vamzdžiai; 6. šarmui grąžinti iš šachtos vamzdž.

927 vaizd.

Iš šaldymo stotelės įrengimo schemos matome, kad šaldomasis skystis [toks, kuris pats neužšąla, šarminis skystis (Lauge)] atšaldytas iki —25, —50° C refrižeratoriuose (Refrigerator) yra pompuojamas vamzdžiu į skirstomąjį žiedą, iš kurio šaltas skystis (Lauge) eina į vidujinius vamzdžius (Fallrohre) žemyn, iš jų apatiniuose galuose pereina į išorinius vamzdžius (Gefrierrohre), šaldo gruntą, keliasi aukštyn, viršum sueina į surenkamą žiedą ir iš jo jau apšilęs skystis varomas toliau vėl į refrižeratorių, kur vėl atšąla ir vėl cirkuliacinės pompos varomas šaldyti gruntą. Užšaldymo procesas daromas iki susilygins paduodamo ir grįžtančio skysčio temperatūros. Kada grunto užšaldymas baigtas, tai jame galima dirbti kaip sausame kietame grunte. Refrižeratoriuje palaikoma žema temperatūra (—25° iki —50° C) amiako vamzdžiais, kuriuose amiakas iš skysčio virsta į šaltas dujas, atšaldo kituose vamzdžiuose grįžtantį iš darbo apšilusį šarminį skystį. Amiako dujos, atšaldžiusios gruntą šaldantį grįžusį skystį ir išsiplėtusios, suskystėjusios imamos į kompesorius, čia jos suspaudžiamos, sutirštinamos ir leidžiamos vamzdžiais per šaltą vandenį (kondensatorius), kur jos kondensuojasi į skystį, kuris spaudžiamas į refrižeratorius vamzdžiais ir čia juose virsta dujomis su žema temperatūra (—25° iki —50° C). Kompresorius varo elektromotoris.

Belgijos Antverpeno (Anvers) mieste po Didžiojo Karo (1914—18) labai išaugęs judėjimas pareikalavo pastatyti tunelius po Escaut upe važiuotiems (Tunnel pour véhicules) ir pėstiems (Tunnel pour piétons). Abi linijos ėjo per vandeningus gruntus, todėl jų statybai buvo pavartotas grunto užšaldymo būdas, kad darbas būtų atliekamas kaip kietame, be vandens, grunte. Tunelio važiuotiems (Tunnel pour véhicules) darbai buvo atlikti 1931—34 metais. Jo diam. D = 9,4 m, bendras ilgis L = 2110,85 m,

(Escaut yra Šeldos upė)

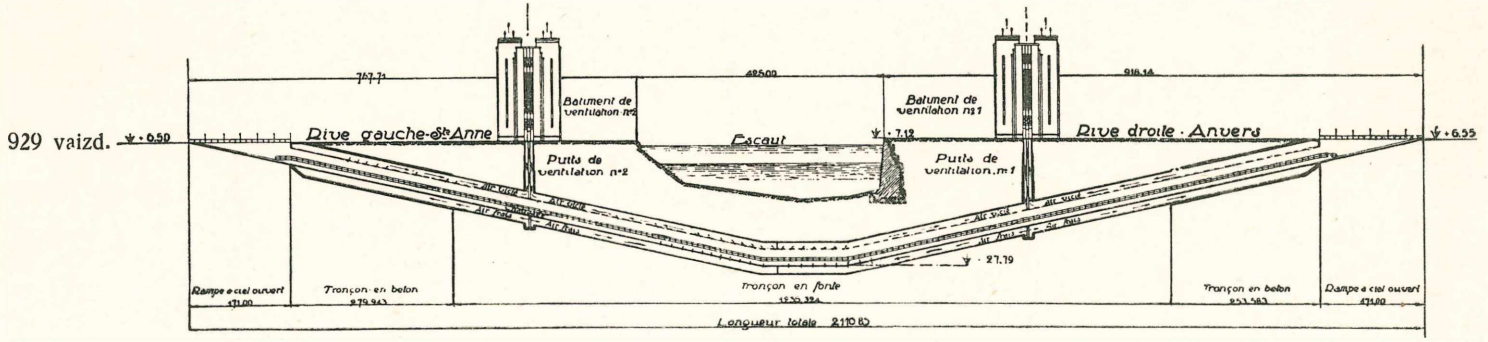


Antverpeno (Anvers) miesto planas.

928 vaizd.

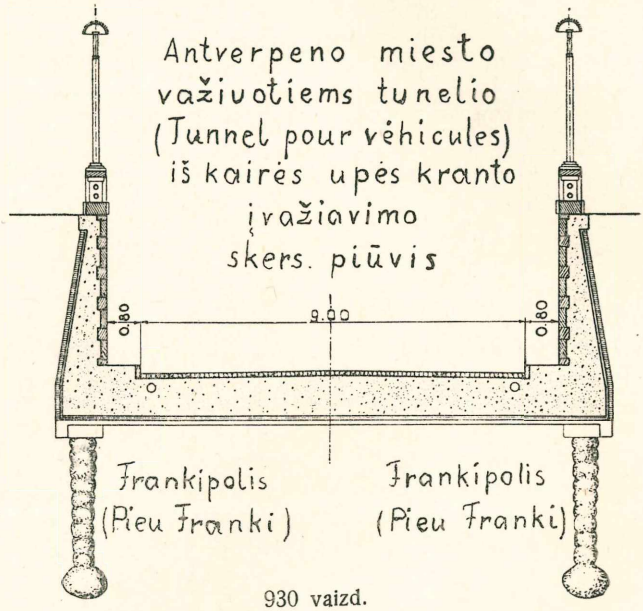
nuolydis J = 0,035, plento plotis b = 6,75 m, viršum plento tunelio aukštis 4,5 m; tunelis turi gerai ventiliacijai 2 ventiliacijos aukštus bokštus. Kauno mieste besiplečianti statyba ir augąs judėjimas jau reikalauja panašaus tunelio sujungti centrą su Viliampole (po Neries upe).

Antverpeno (Anvers) mieste po Escaut upe važiuotiems tunelio (Tunnel pour véhicules) su ventiliacijos bokštais išilginis piūvis.



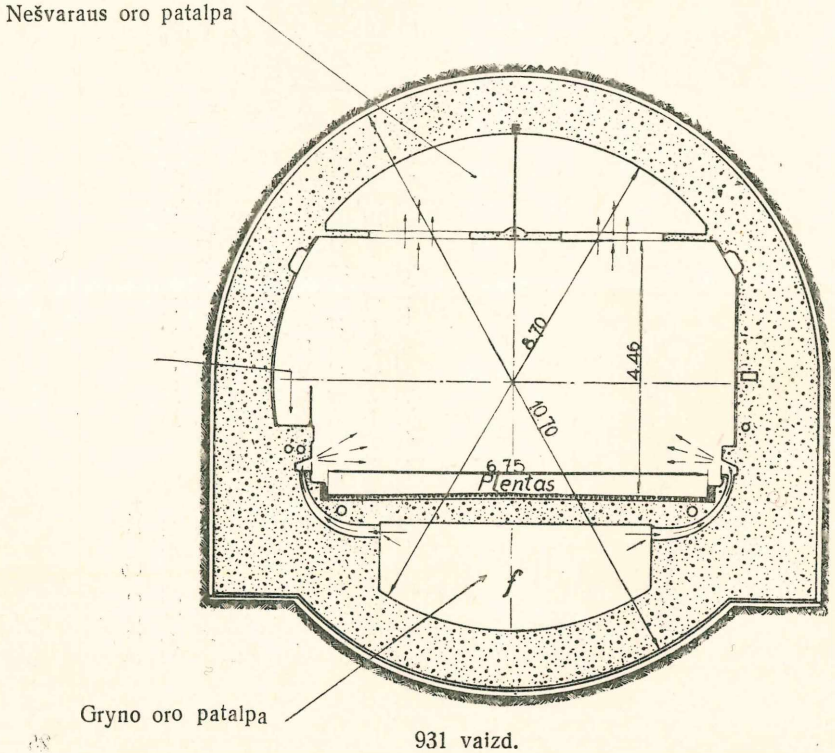
Tunelio tarpbokštinė metalinė dalis guli *Terciaro* Oligoceno plastiškame rusvame ir pilkame šlyne; tunelio užbokštinės metalinės dalys iki gelžbetoninių tunelio dalių guli *Terciaro* Mioceno smulkiame glaukonitiniame, labai vandeningame grunte; toliau, gelžbetoninės tunelio galinės dalys guli: 1) dešiniajame upės krante *Terciaro* Mioceno rupiame, juodame kvarco su glaukonitu, labai vandeningame smėlyje, aukščiau — *Terciaro* Plioceno žalsvai pilkame su glaukonitu vandeningame smėlyje, *Kvarterio* Pleistoceno rupiame vandeningame smėlyje ir paviršutiniame supiltame iš smėlio ir molio grunte; 2) kairiajame upės krante — *Kvarterio* Pleistoceno rupiame, labai vandeningame smėlyje ir aukščiau pilkame kvarciniame labai vandeningame smėlyje, dar aukščiau *Kvarterio* Holoceno durpiniame grunte, polderų smėlingame molyje, balotame smėlyje ir viršutiniame supiltame smėliniame grunte.

Antverpeno (Anvers) mieste po Escaut upe važiuotiems tunelio gelžbetoninio atviro įvažiavimo (rampos) ir gelžbetoninės dalies skersiniai profiliai.



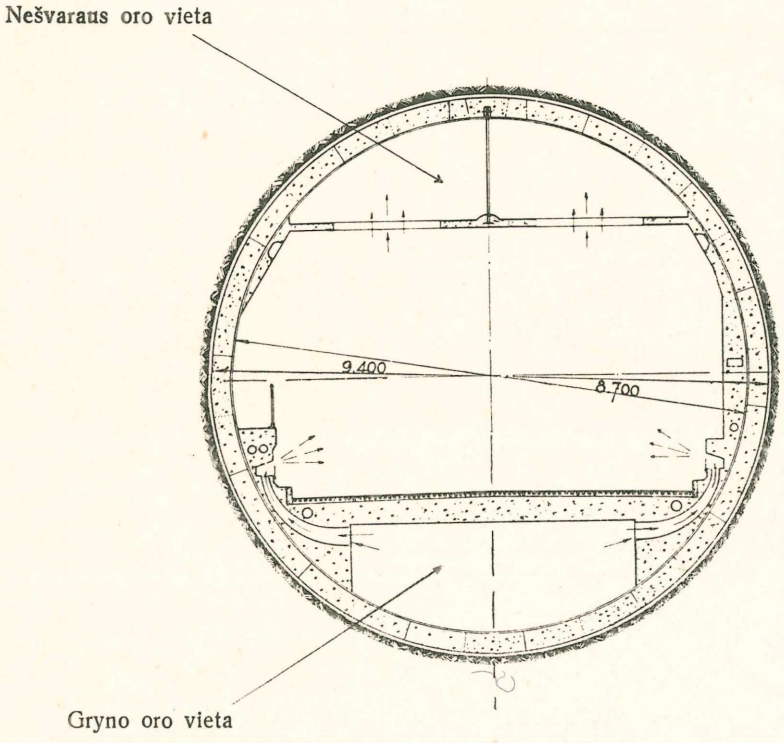
930 vaizd.

Gelžbetoninės tunelio dalies skersinis piūvis.



931 vaizd.

Antverpeno (Anvers) mieste po Escaut upe važiuotiems tunelio centralinės metalinės su užbetonavimu dalies skersinis profilis.



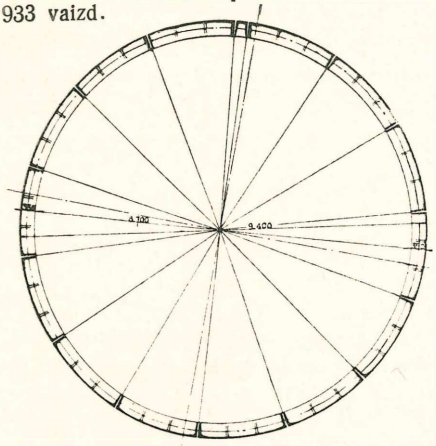
932 vaizd.

Tunelyje iš kairės plento pusės yra padarytas šaligatvis tik tarnybiniams reikalams, būtent: plentui prižiūrėti, tvarkai palaikyti.

Antverpeno mieste (Anvers) po Escaut upe važiuotiems tunelio vidurinės metalinės dalies detalės.

Skersinis piūvis.

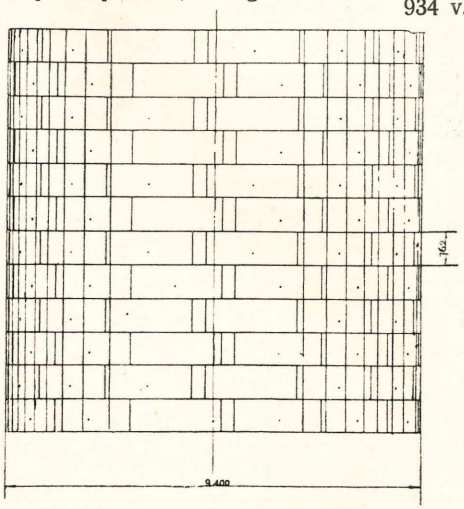
933 vaizd.



Skersinį piūvį sudaro: 12 normalių segm. dalių, 2 kontrakyliai ir 1 kylis (viršutinis).

Aplodo planas (cuvelage en fonte).

934 v.

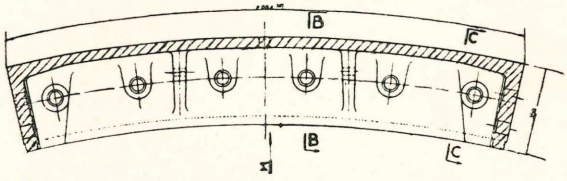


Metalinis apklodas iš oro pusės izoliuotas, iš vidaus betonuotas.

Normalios segmentinės dalies detalės.

Išilg. piūvis A—A

935 vaizd.



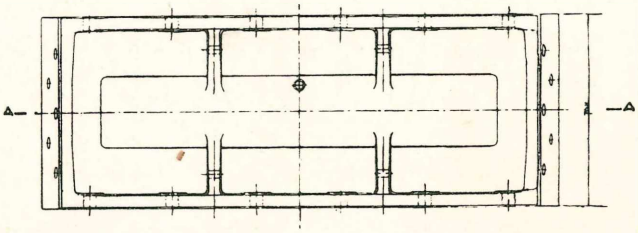
Segm. dalies bendr. storis = 35 cm

Lieto metalo (coulé en fonte) tvirtumas buvo reikalautas:

$\sigma_{tr} = 16\,kg/mm^2$

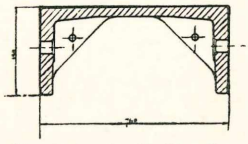
Apatinis vaizdas *x*

936 vaizd.

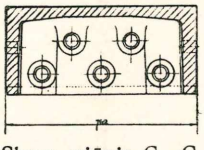


Segm. dalies plotis 76,2 cm

937 vaizd.



Skersin. piūvis B—B



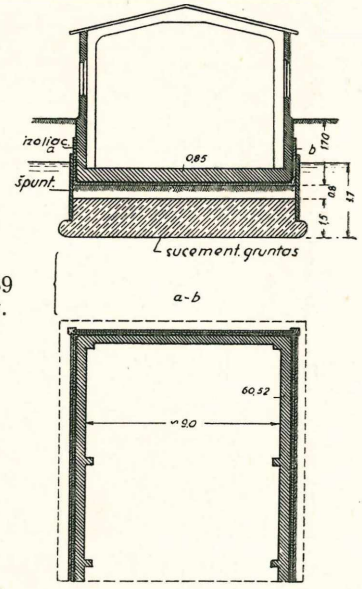
Skers. piūvis C—C

938 vaizd.

Pagrindui grunto sukietinimas cementavimo būdu

Prie vandeningų ir šiaipjau smėlinių ir žvyrinių gruntų galima patogiai vartoti grunto sucementavimo būdą, suleidžiant į gruntą tankiai skylėtus (akutės apie 1 mm diametro) plieninius vamzdžius ($d \cong 2{,}5$ cm) per 50 cm nuo apatinio galo (žr. 940 vaizd.) ir per juos treškiant cementinį skiedinį taip, kad susidarytų su smėliu arba žvyru reikalingas pagrindui monolitas (žr. 942 vaizd.); cementinis skiedinys per vamzdį įsitreškia aplink vamzdį į gruntą paprastai apie 0,7 m; tuo būdu vamzdžius reikia dėti linijomis su centrais per $a < 1{,}4$ m — ($a = 0{,}8$—$1{,}0$ m), kad sucementuoti cilindrai užgriebtų vienas kitą ir sudarytų bendrą betono sluoksnį 50 cm storio.

Pastatyto ant vandeningo grunto trobesio piūvis ir planas (a-b)

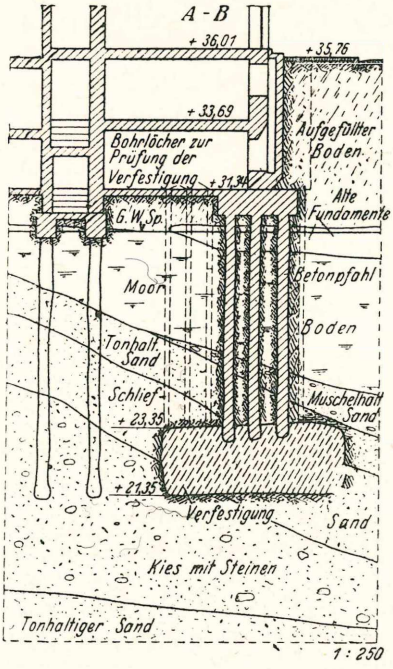


939 v.

Piūvis a-b

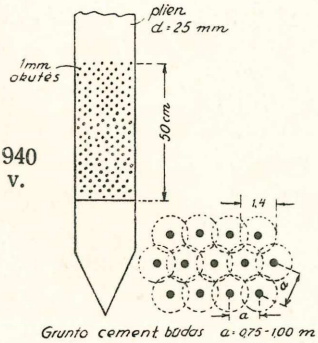
(Pagal Bauingenieur 1930 m sąsiuv (Heft) 11/12)

Mieste Spandau Havelio upės krante pastatas ant sucementuoto pavojingame grunte pagrindo ir vietoje betonuotu „Michaelis Mast" sistemos poliu.

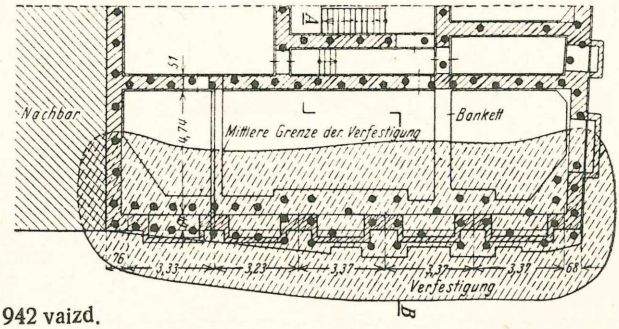


941 vaizd.

Užpilta žemė
Seni fundamentai
Betono polis
Žemė
Smėlis su kiauteliais
Smėlis su šlynu
Sucement. gr.
Smėlis
Žvyras su akmenimis
Smėlis su šlynu



940 v.



942 vaizd.

Vamzdžius ištraukiant, padarius cemento įpurškimą, naudinga yra paliekamą betono sluoksnį per tuos pačius vamzdžius sulieti greit stingstančiu skysčiu; tam tikslui yra specialūs chemikalai (Joostino patentas), būtent: I-mas silicio rūgšties tirpalas (Kieselsäurelösung) ir II-as chemikalas — druskos tirpalas (Salzlösung); galima gauti firmoje: Tiefbau u. Kälteindustrie A. G. Nordhausen. Pavartojus vieną po kito abu chemikalu, gruntas momentaliai sukietėja vien nuo jų staigaus chemiško veikimo; todėl jais galima kietinti gruntą ir be cemento.

Cementavimo būdu gaunamas betoninis pagrindas yra šio tvirtumo:

$\sigma_{sp} = 10—30$ kg/cm^2, kada smulkus smėlis,
$\sigma_{sp} = 40—90$ kg/cm^2, kada žvyras,
$\sigma_{lauž.} \cong 20$ kg/cm^2

Leidžiami yra tik šie atsparumai:

$\sigma_{sp} = 2—18$ kg/cm^2
$\sigma_{lauž.} = \sim 2$ kg/cm^2.

Sucementuoti gruntą galima ne tik po pamatais, bet ir padaryti ištisą betono plokštę iš sucementuoto grunto (žr. 939 vaizd.).

Lietuvoje smėlinių ir žvyrinių galimų cementuoti gruntų yra daug: Kaunas, Alytus, Utena ir kitos vietos yra labai tam darbui palankios ir rekomenduotinos.

Polių kalimo darbai

Mediniai poliai

Mediniai poliai esti: rąstiniai (apvalūs), $d = 15—20—25—30—35$ cm, sijiniai, iš rąstų išpiauti spraustiniai (15—30) cm × (15—30) cm ir lentiniai, dažniausiai iš spraustinių (špuntuotų) lentų 5—6—8—10—12 cm storumo.

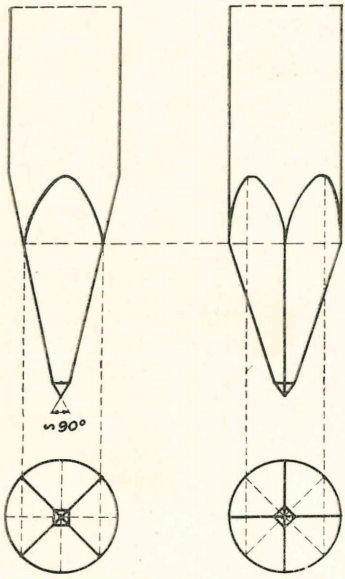
Rąstiniai poliai paprastai kalami laibgaliu žemyn, kad būtų didesnis grunto bendras atrėmimas aukštyn, polį gautų našesnį, daugiau jam galima būtų užkrauti. Tik esant minkštam šlapiam šlynui ar moliui, reikia kalti polius drūtgaliu, kad minklus gruntas neišspaustų jo aukštyn, jo neišverstų; drūtgaliu įkaltas polis minklame grunte iš viršaus užsispaudžia, slėgiasi žemyn (засасывается), o laibgaliu įkaltas stumiasi į viršų, jį gruntas iškelia (выпучивает).

Kad rąstą į gruntą įkalti, rąsto apatinį galą reikia tam tikru būdu užsmailinti ir tada kalti (žr. 943 vaizd.). Jei polis smailas, tai jo galas, kalamas į kietesnį gruntą (žvyras, molis su akmenimis ir kt.), užsilenkia, plūšija, nuo įsispraudžiamų akmenų pradeda skilti, polis sugenda, jį reikia ištraukti ir pakeisti kitu, geru. Todėl polis turi būti bukai nusmailintas, arba

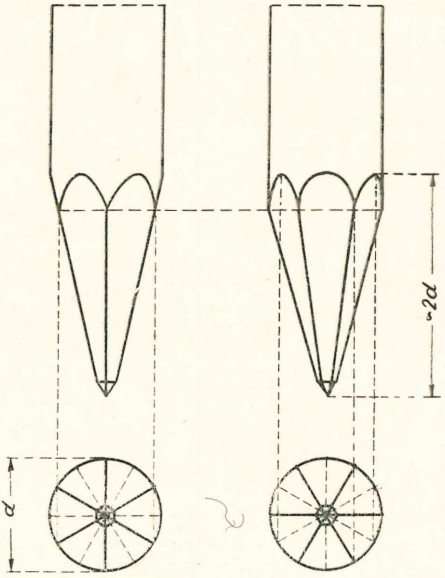
dviejų piramidžių pavidalo (žr. 943—9 v.). Kada ir gerai, taisyklingai nusmailintas polis blogai lenda į kietą gruntą, tai polio smailagalį (Pfahlspitze) reikia sustiprinti (apauti) geležiniu bukai smailu padu (Pfahlschuh, башмак) su keturšakiu ar kitos formos prie polio galo šonų pristiprinimu.

Medinių polių detalės

Nusmailinimai

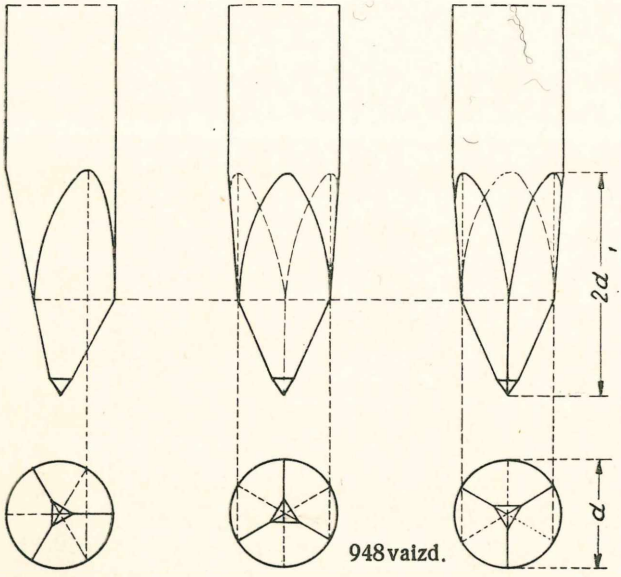


943 vaizd.



946 vaizd.

Prie molinių gruntų

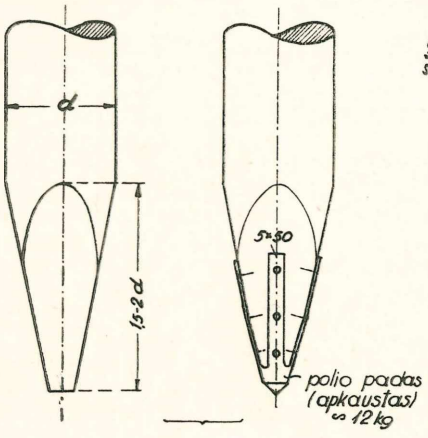


947 vaizd.

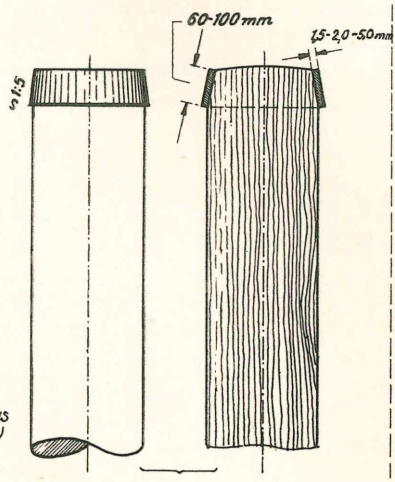
948 vaizd.

949 vaizd.

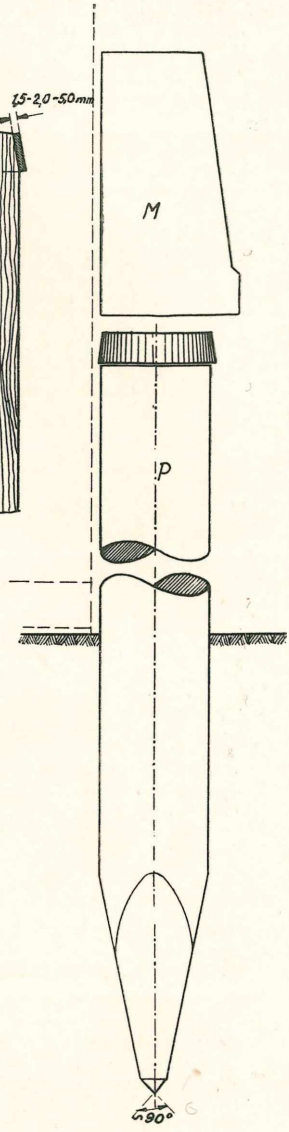
Medinių polių detalės



950 vaizd.

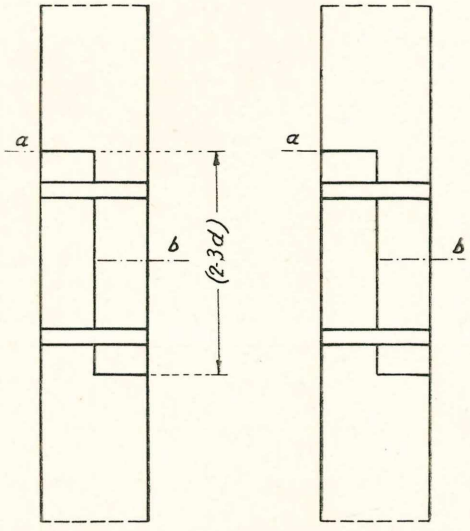


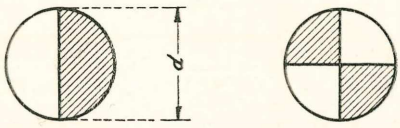
951 vaizd.



952 vaizd.

Polių sudūrimai



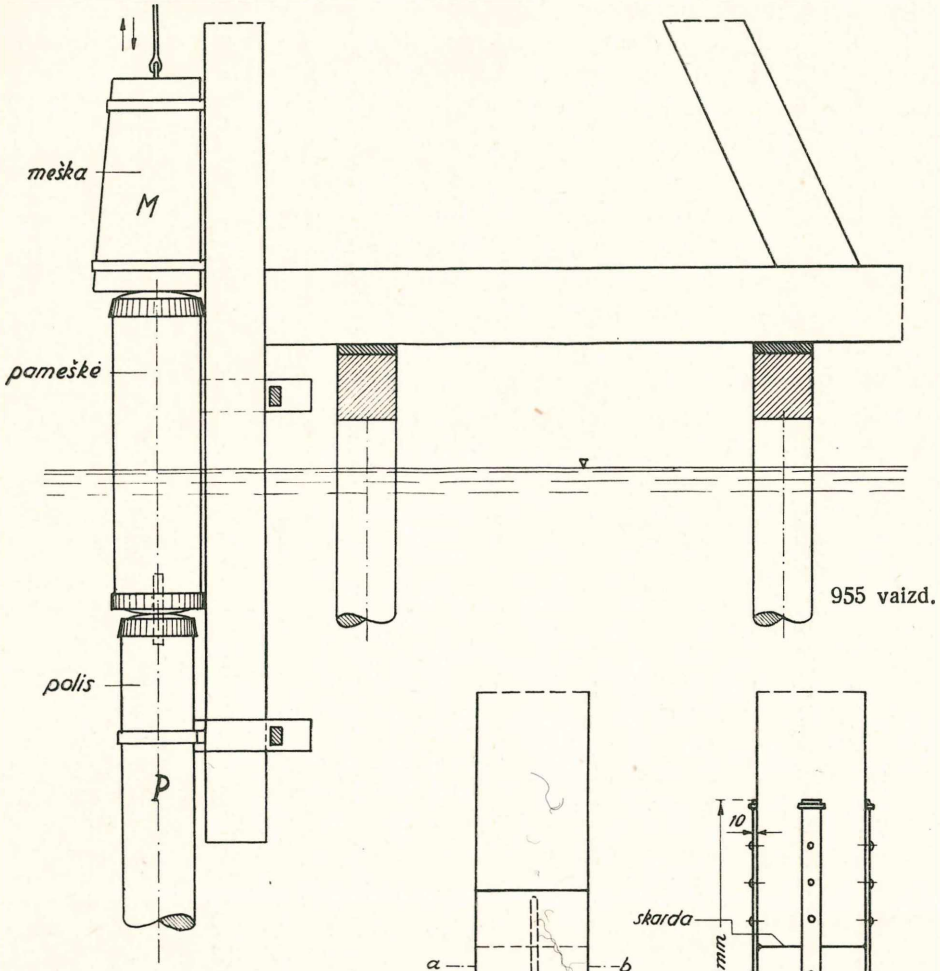


953 vaizd.

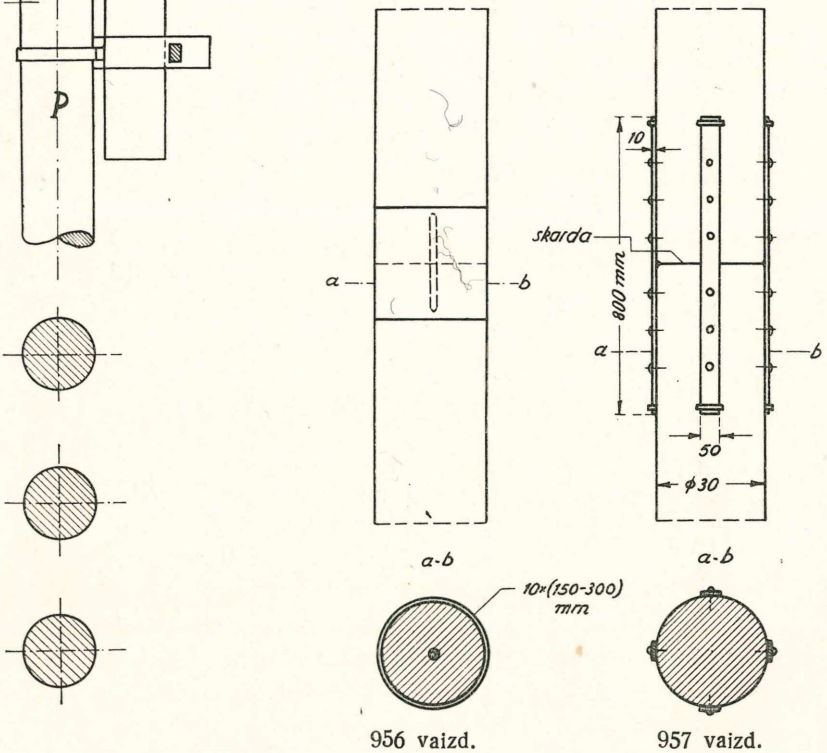
954 vaizd.

Polio viršus nuo meškos (dažniausiai ketaus liejinys su $M = 0{,}5$— —0,75—1,0 – 1,25 – 1,50—2,0 –3,0[t]), krentančios iš aukščio $H = 0{,}7 – 0{,}8$—

—0,9—1,0—1,2 m ir net iš $H = 3—4—5$ m, smūgių viršutinis polio galas taip pat plūšija, irsta, ir polį gadina, todėl ir viršutinį galą reikia sustiprinti, jį kūgiu apdirbant ir uždedant kūginį plieno žiedą 60—100 mm aukščio ir 2—3—5 mm storio (žr. 955 vaizd.), arba bugelį (Bügel, бугель).



955 vaizd.



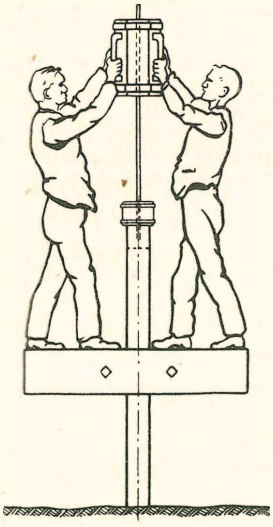
956 vaizd.

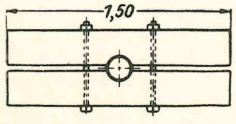
957 vaizd.

Keturšakis poliui padas dažniausiai daromas darbų vietoje būtinai ten esamo gero kalvio iš kryžmai sudedamų dviejų geležinių juostgalių 5 mm storio, 50 mm pločio ir 600—800 mm ilgio; kryžmens vietoje, suvirinant, dar pridedama kalvinės geležies gabalas, kad su tuo priedu iš suvirinto kryžmens galima būtų iškalti prizminės formos bukai smailą galą, užlenkiant keturis galus (šakas) aukštyn taip, kad visa kas atitiktų polio nusmailintam galui sandariai įdėtį; tokio keturšakio pado šakos prikalamos 2—3 vinimis arba pristiprinamos prie medžio sraigtais; vinių arba sraigtų galvelės turi būti panertos priveržiamose šakose, kad nekabintų grunto, nesunkintų polio smegimo, kalant jį gilyn.

Kai kada esti reikalingi poliai ilgesni už paprastą rąstinių polių 4—6—8—16 m ilgį. Tada reikia sudurti po du gabalus į vieną polį; sudūrimas daromas įvairiai, žiūrint aplinkybių; vieni iš geresniųjų sudūrimų yra: tarp gražiai skersai nupiautų suduriamų galų įdedama švino ar paprasta skarda (polio skersmens) ir iš keturių pusių galai suveržiami keturiomis juostinėmis geležimis 10 mm storio, 50 mm pločio ir 800 mm ilgio, prikalant jas suduriamų galų 3—4 vinimis; geriau bus juostų galus užlenkti ir dvišakiais priveržti (žr. 956—7 vaizd.); kiti sudūrimo būdai matomi iš 953—4 vaizd.

Kalimas su rankine meška

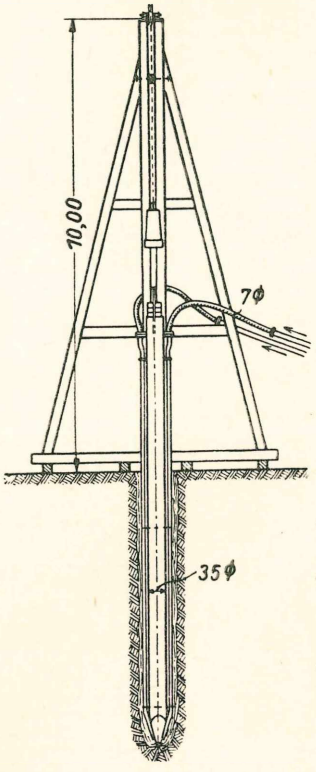




958 vaizd.

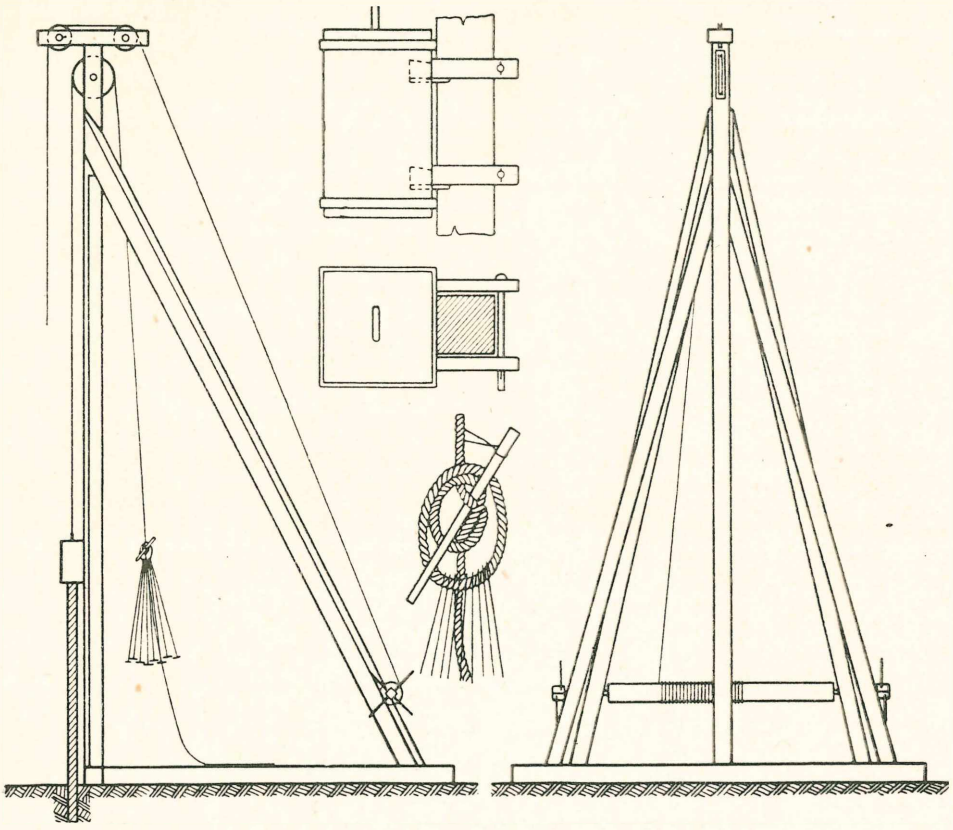
Polių kalimas su dvig. paplovimu

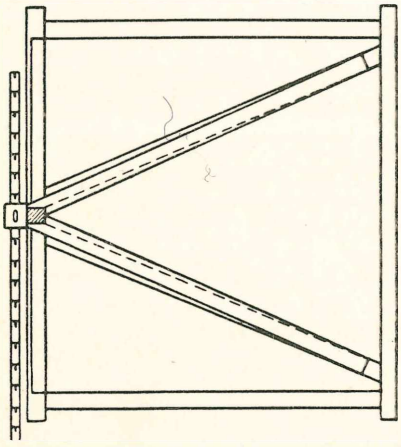
959 vaizd.



Kada kalamas polis viršutiniu galu nusmenga žemiau kaltuvo apačios arba polį reikia kalti po vandens horizontu, tai vartojama reikalingo ilgio pameškė (žr. 955 vaizd.), kuri būna be apkaustymų ir su apkaustytais galais, galiniais plieno žiedais.

Poliams kalti meška vartojama rankinė, padaroma iš tvirto sunkaus medžio (ąžuolo, skirpsto, buko, bongosi, quebracho ir kt.), ir darbas

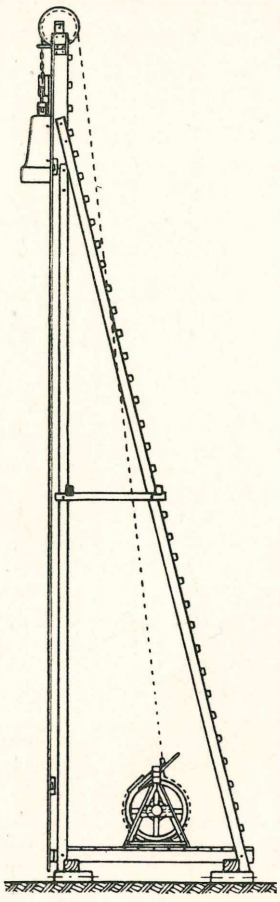




960 vaizd.

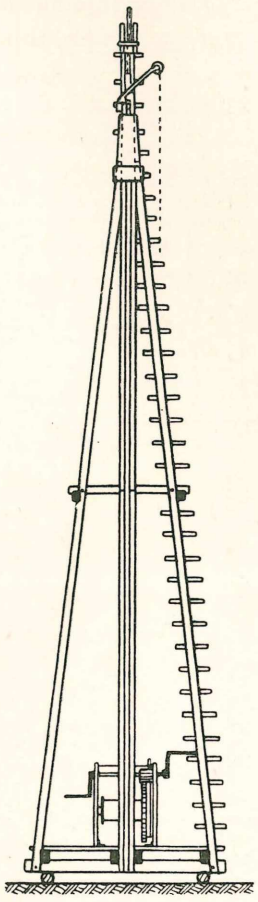
atliekamas — 2—3—4 darbininkų nuo pastolių ar nuo platformos, pristiprintos prie paties kalamo polio (žr. 958 vaizd.); pastaruoju atsitikimu platforma su darbininkais spaudžia polį žemyn ir palengvina polio kalimą.

Meškų kabliai a ir b



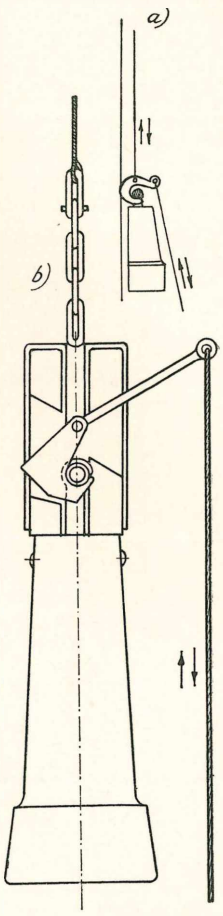
Kaltuvo šoninis vaizdas

961 vaizd.

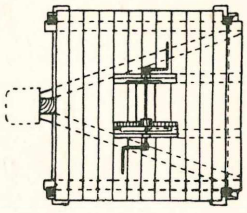


Kaltuvo prišakinis vaizdas

963 vaizd.



964 vaizd. (a)
965 vaizd. (b)



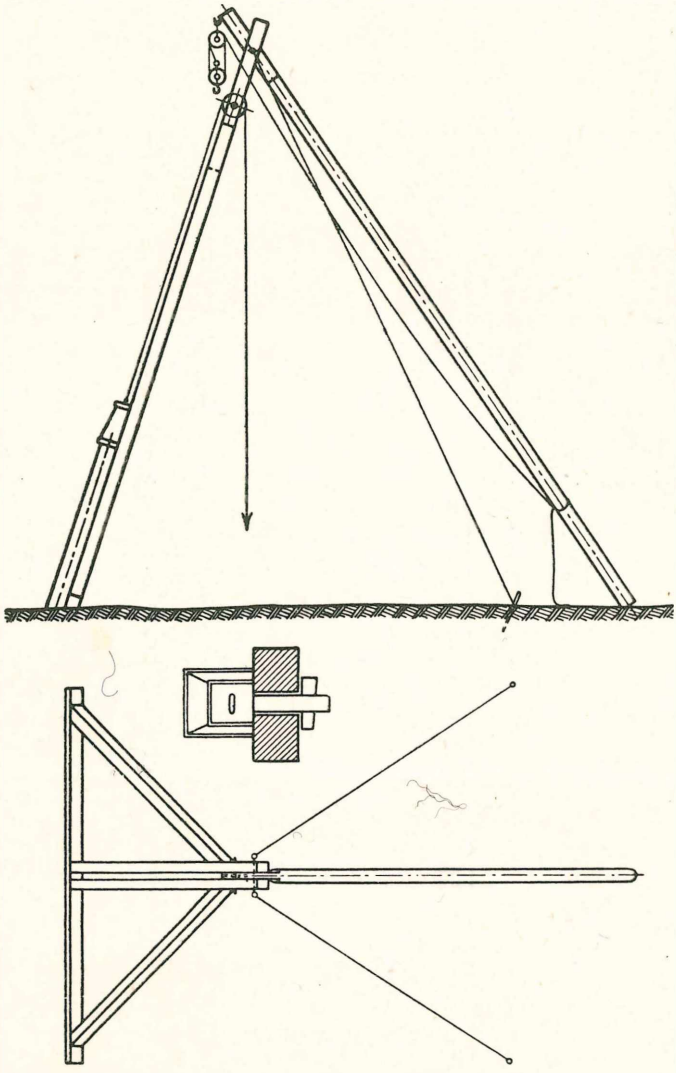
Kaltuvo planas

962 vaizd.

Didesniam polių kalimo darbui vartojamas visas reikalingas nuolatinis kalimo prietaisas — kaltuvas, kuris padaromas iš medžio su apkaustymais, arba iš geležies. Šioks ar toks kaltuvas (žr. 960-6 vaizd.) paprastai turi trikampį ar keturkampį pamatą, viršum jo šaunančią į aukštį ilgą strėlę (iš 2-jų ar 1 sijos) su skriemuliu (bloku), kuris leidžia strėlės prilaikomos meškos kilnojimo virvei arba plieniniam trosui lengvai slankioti, strėlės šoninių ir užpakalinės standžių atramų ir pačio prietaiso meškai kilnoti rankomis 4—9—10—12 virvagalių su brunkteliais (brunktelynas, кошка), ar sukvelanis (ворот), ar mašinos pagalba: garo katilas su garo mašina — garinė meška, ar motoras (benzininis arba elektros).

Tos ar kitos jėgos aukštai (1,5—2—3—5 m) iškeliama meška yra sekama vyresniojo darbininko (закаперщик) ir kada reikia, truktelėjus tam tikrą mešką keliantį kablį su virvele, meška atpalaiduojama kristi žemyn; po smūgio kablys nuleidžiamas iki nukritusios meškos ir automatiškai jis užkabina mešką, kad vėl ją keltų aukštyn (žr. 964—5 vaizd.).

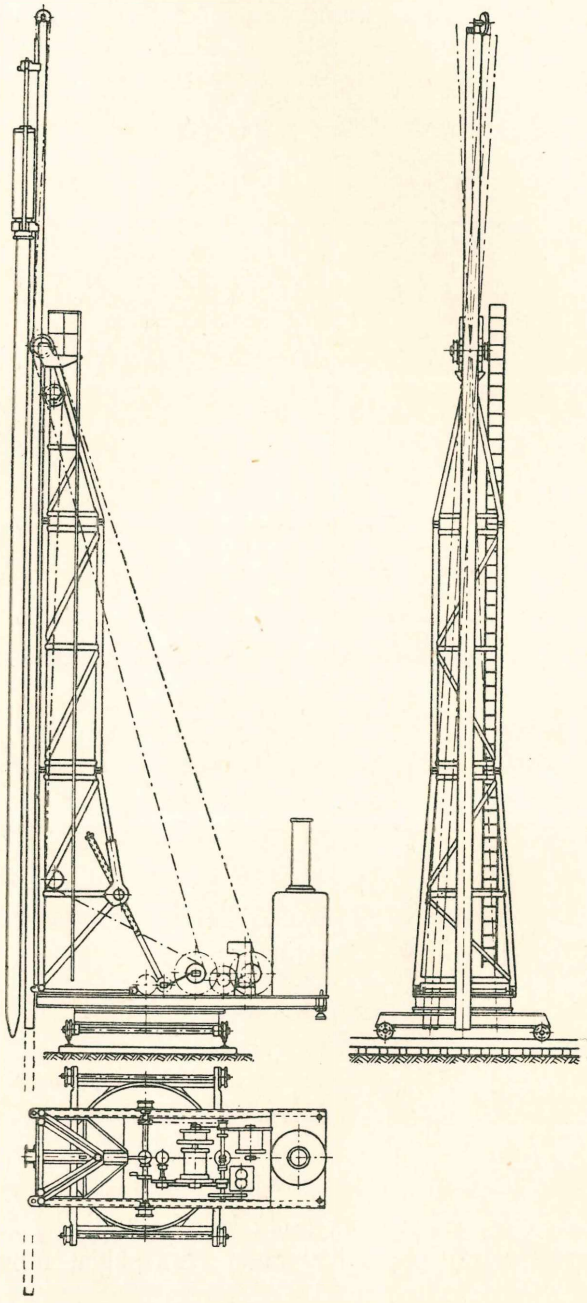
Įžulnam polių kalimui (nuolydis 1 . 10 — 1:4) pritaikomas įžulnus kaltuvas



966 vaizd.

Kada reikia daug polių kalti į smėlį ar į žvyrą, tai darbui paskubinti galima vartoti paplovimo būdą (Einspülen, подмывка), leidžiant vandens

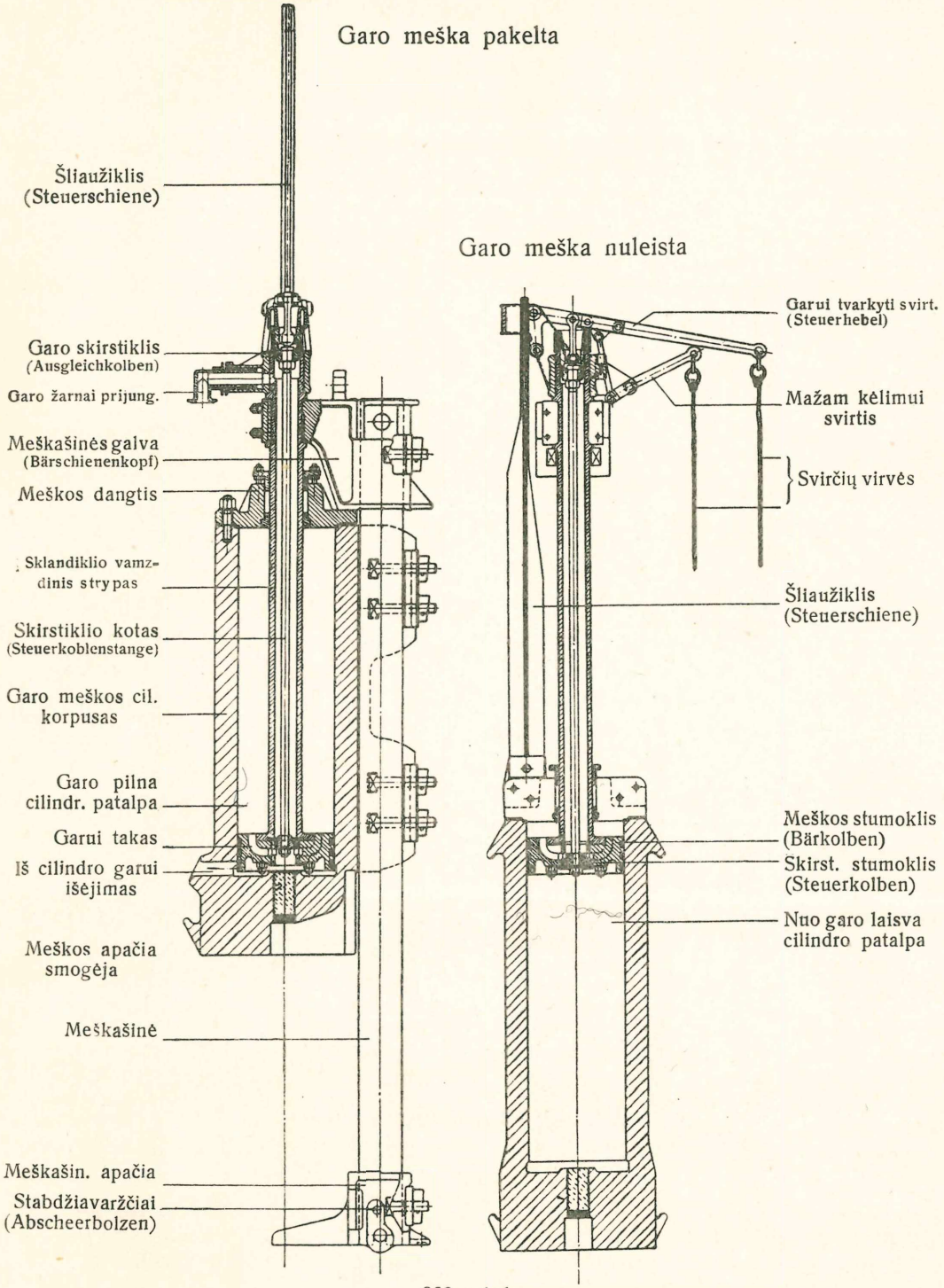
srovę po polio smaigaliu išpūrinti gruntą. Leidžiama srovė gruntą išpūrina, gruntas iš dalies vandens išmetamas aukštyn, ir polis lengva kalti. Paplovimui vartojami 1—2 vamzdžiai su $d = 2{,}5—7$ cm; į vamzdžius vanduo iš vandentiekio arba spaudimo pompos (Druckpumpe) paduodamas guminėmis žarnomis (šliauchomis). Darbo eiga matoma iš 959 vaizdo.



Firmos „Menck Hambrock G. m. b. H., Altona-Hamburg" kaltuvas (Drehgerüst-Dampframme) su patentuota garine meška, sukiojamu pamatu ir galįs stačiai ir nuolaidžiai kalti.

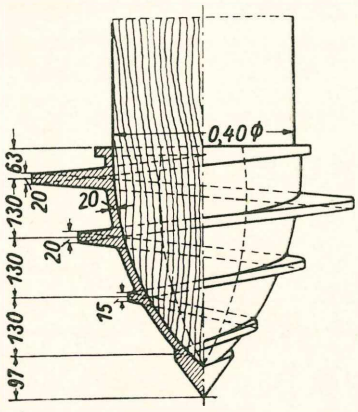
967 vaizd.

Firmos „Menck & Hambrock G. m. b. H.“ garinės meškos veikimas.

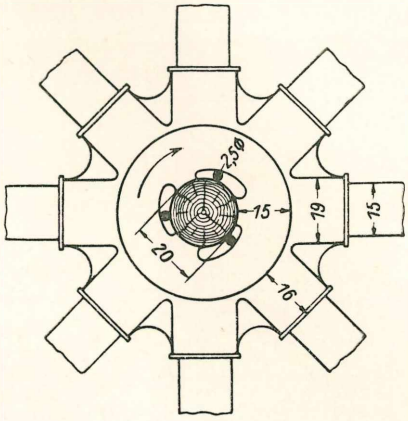


968 vaizd.

Į minkštus gruntus polius galima įgręžti. Tam tikslui vartojamas apatinis metalinis (iš ketaus) sraigtinis polgalis gręžtis į gruntą ir viršutinis ratinis prietaisas su dalbomis poliui sukti ir spausti žemyn (žr. 969—9a v.).



969 vaizd.



969a vaizd.

Būna reikalo įkaltus polius ištraukti. Tam darbui vartojami kranai, diferencialiniai blokai ir specialūs rovikliai. Kad polis lengviau rautųsi, reikia raunant patrankyti. Lengvesnis roviklių tipas parodytas 969a vaizde.

Spraustinių (špuntinių) sienų lentiniams poliams iškelti galima kai kada pavartoti ir plokščiagalius svirtinius laužtuvus; jų plokšti smailūs galai įsmeigiami į keliamą polį (geriau iš 2-jų polio pusių), iš apačios atremiami į kietą padėklą ir, rankomis spaudžiant laužtuvo ilgą galą žemyn, polis yra keliamas aukštyn.

Metaliniams poliams traukti vartojami įvairių firmų (Demag Union ir kt.) gariniai rovikliai (Dampf-Pfahlzieher).

Italijoje Venecijos miestas stovi žemoje pelkėtoje jūros pakrantėje; čia gruntas labai silpnas, todėl trobesiams, tiltams, krantinėms buvo plačiai pavartoti poliniai pagrindai. Ne be reikalo sakoma: „Visa Venecija stovi ant polių“.

Rusų mieste Leningrade (Санкт-Петербург) Isakijo bažnyčia (Исакиевский собор) turi kolosalų istorišką polinį pagrindą Čia po visu Soboro pastatu ir dar plačiau per 1 s (= 213cm) už pastato pamatų yra padarytas ištisas polinis pagrindas su granito užkrovimu bendrame plote 1405,13 kv. s ≅ 6300 m², sukalant 10672 medinius polius (6.5—7 verškai ≅ 29—31 cm storio ir 3 s = 6,4 m ilgio). Gruntui sutirštinti poliai buvo sukalti žemiau grunto vandens horizonto, apie polio galvas grunto sluoksnis nuimtas, jo vietose supiltas ir užplūktas medžio anglių sluoksnis, viršum anglių ir polių nupiautų išlygintų galvų užklotos dvi eilės tašyto gra-

nito plytų 1,0 s × 0,66 s × 0,26 s=2,13 m × 1,4 m × 0,55 m minimalaus dydžio, toliau po sienomis ir pilonais buvo mūrijamas pamatas iš tašytų granito plytų, o po grindimis iš laužtų plytų su pritašytais jų guoliais (постелями). Bendras granito pamato storis siekia 3,33 s = 7,1 m.

Viršum be galo masyvaus pamato užmūrytos plytų masyvios aukštos sienos, pilonai ir kupolas. Tuo būdu susidarė bendras pastato svoris labai didelis, gruntas jo neišlaiko, ir soboras po truputį smenga vis gilyn į gruntą.

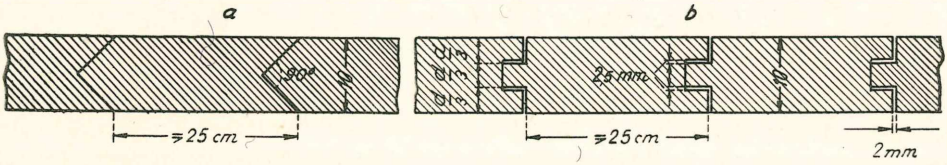
Be Isakijo soboro Leningrade yra daug trobesių, tiltų ir krantinių su poliniais pagrindais.

Viso pasaulio uostuose yra plačiai vartojamos polinės konstrukcijos. Mūsų Šventosios uosto krantinės ir molai, Palangos senas molas, Klaipėdos uoste daugelis krantinių ir pietų molas turi polinius pagrindus.

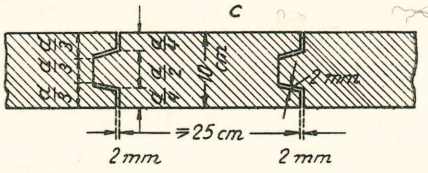
Spraustinių (špuntinių) sienelių kalimas

(Das Einrammen der Spundwände, забивка шпунтовых стенок)

Spraustinės sienelės, gerai sukaltos, sulaiko vandenį ir žemės spaudimą, todėl jos vartojamos prie statybos darbų atsitvenkti nuo vandens, sulaikyti žemės griuvimą į fundamentų atkastus guolius, kanalizacijos tranšėjas ir kt. Spraustinės arba špuntinės lentos (*a, b, c*) yra specialiai gaminamos (žr. 970 vaizd.): viename šone turi spraudį (Feder, шпунт), kitame — rėžą (Nut, паз) ir ne per aštriai iš šonų nusmailintas galas su rėžinio šono įžambiu užtašymu, kad kalama lenta glaudžiai spaustųsi žeme prie jau įkaltos gretimos lentos (žr. 931 vaizd.). Spraustinių lentų storis esti 6—7—8—9—10 em, plotiš 18—20—25—30 cm. Spraustinės lentos į sie-



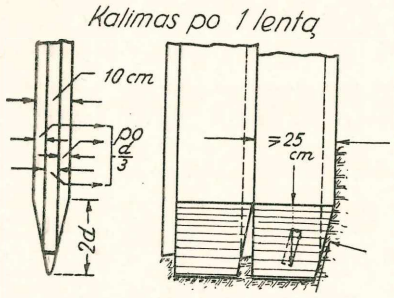
970 vaizd. 971 vaizd.



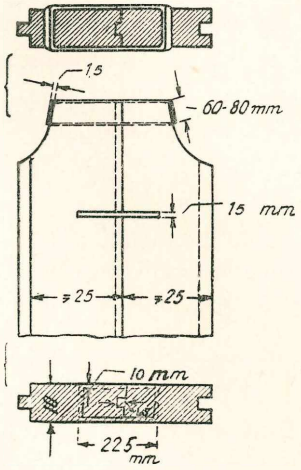
972 vaizd.

nelę sukalamos po vieną arba dvi sugretintas (žr. 972 v.). Spraustinių sienelių tiesi kryptis nusistato tieslinių polių [Bundpfählen, маячные сваи; (18—22 cm) × (18—22 cm)] sukalimu per 1,5—3—5 m vienas nuo kito ir tieslinių sančiaupų (10—15 cm) × (15—18 cm), arba sanspaudų (Führungszangen, направляющие) uždėjimu, vartojant varžtus, kabes ir laikinius spraudiklius ir kylius (zr. 972 vaizd.).

Spraustinės lentos pagal gruntą ir reikalą kalamos po 1 lentą ir po 2 lenti kartu (žr. 973 ir 974 vaizd.).

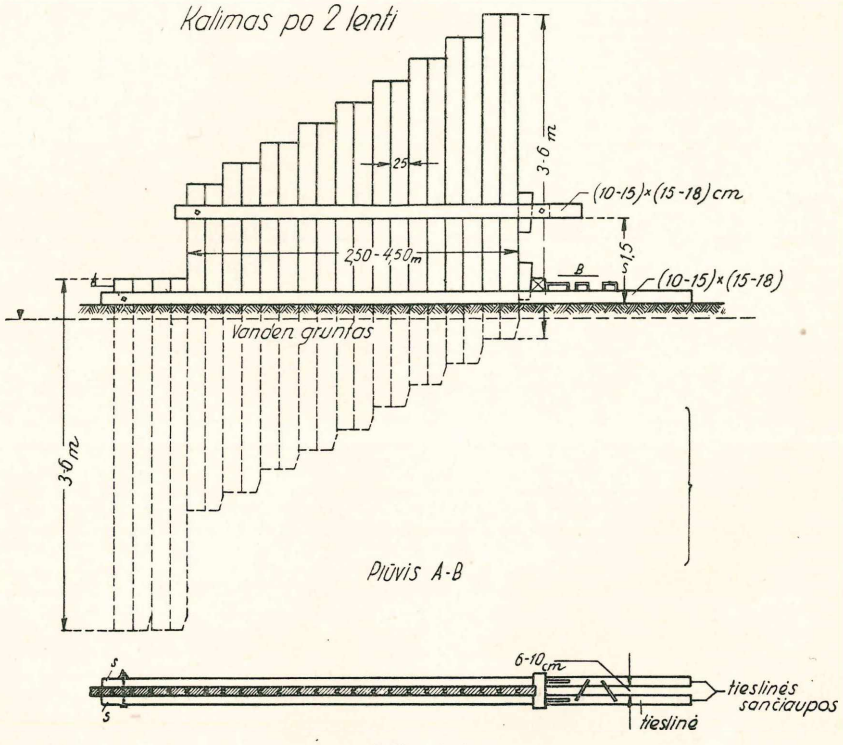


973 vaizd.



Kalimas po 2 lenti

974 vaizd.



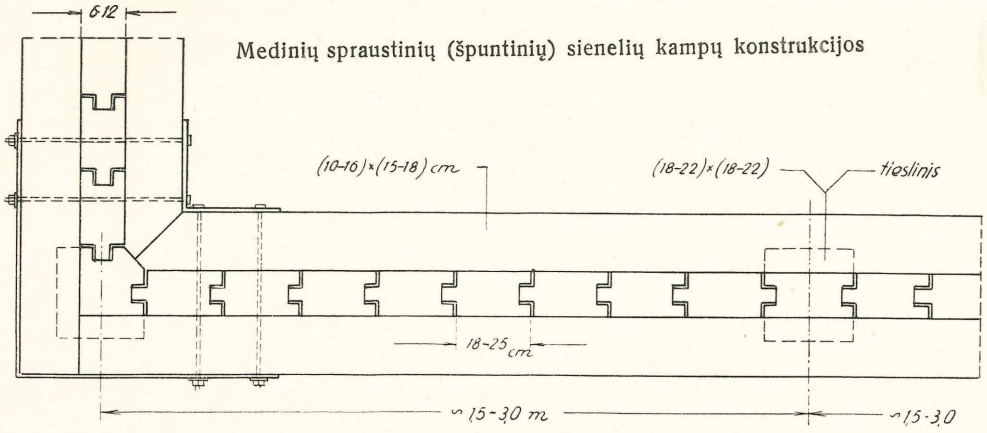
975 vaizd.

Tarp kalamo polio svorio 9 ir meškos svorio M, kad polis galuose neplūšytų, neskiltų, nelūžtų ir gerai kaltųsi į gruntą, prie darbų yra praktikos santykis: $M \cong (1{,}5—2)P$.

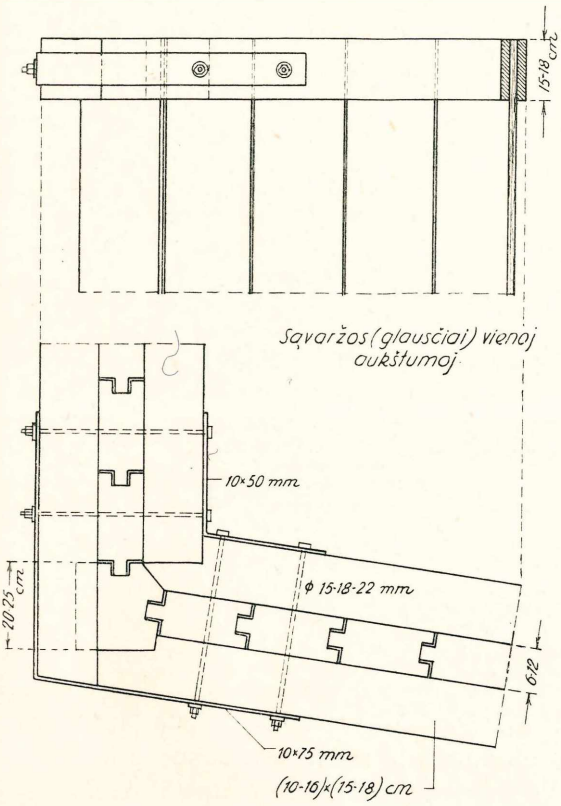
Todėl, kada kalamų lentų svoris mažas, o turima darbams meška sunki, reikalinga kalti iškart po porą lentų.

Dažnai būna reikalo, kalant sienelę, ją pasukti; tada susidaro kampai, kuriuos reikia konstruoti, kaip čia nurodoma:

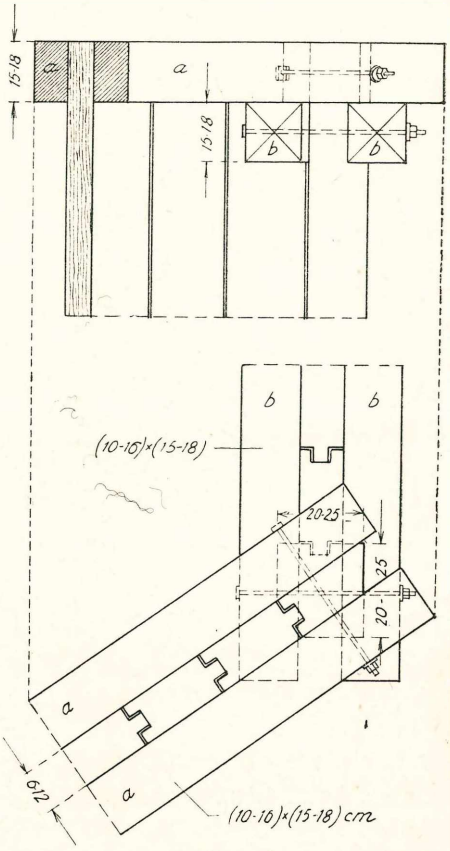
Medinių spraustinių (špuntinių) sienelių kampų konstrukcijos



976 vaizd.



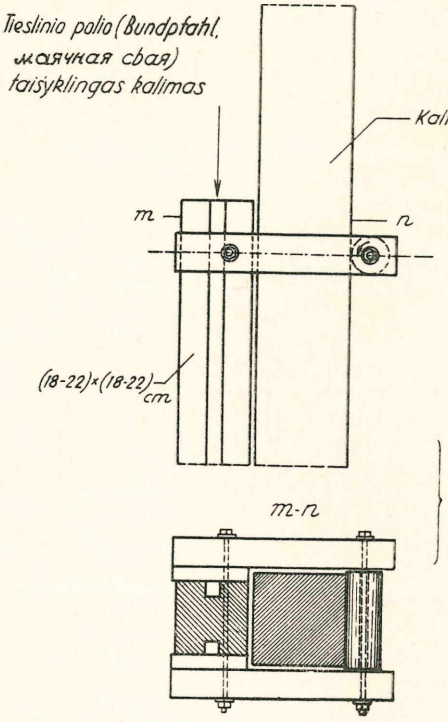
977 vaizd.



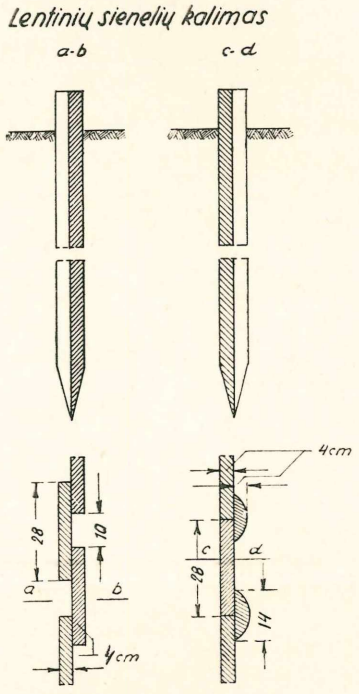
978 vaizd.

Spraustinėms lentoms ir šiaip jau poliams išrauti vartojami rankiniai (žr. 979b vaizd.) ir mašininiai rovikliai.

Kai kada spraustines lentas, taip pat ir polius, reikia kalti ne vertikaliai, o nuolaidžiai su specialios konstrukcijos kaltuvu. Todėl pastaraisiais laikais yra vartojami universalūs kaltuvai (gariniai ir motoriniai), kuriais galima kalti vertikaliai ir įžambiai. Šios rūšies kaltuvų pavyzdžiu gali būti kaltuvas firmos Demag A. G., Duisburg (žr. 981 vaizd.) ir judrus su patentuota garine meška kaltuvas firmos „Menck Hambrock G. m. b. H., Altona-Hamburg (Drehgerüst-Dampframme); jis matomas 967—8 vaizde.



979 vaizd.

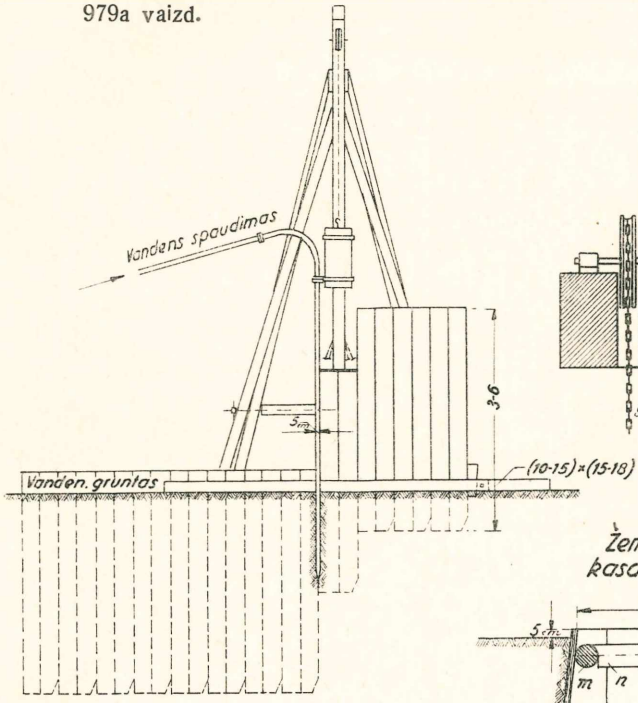


980 vaizd.

Sienelės iš paprastų švarių ar pusšvarių lentų, o kai kada net iš pašonių (горбыли), glaudžiant jas piautų lygių pusių kraštais, yra daromos dažniausia tik laikino pobūdžio reikalams arba antraeilės vertės sustiprinimams, kaip, pvz., sienelės „Minija-Klaipėda“ kanalo krantams nuo išplovimo apsaugoti.

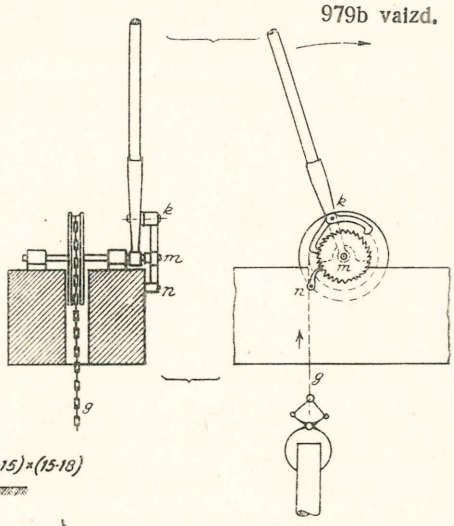
Esant kietam smėliniam ar žvyriniam gruntui, reikia naudotis stiprios vandens srovės paplovimo būdu (žr. 979a vaizd.).

979a vaizd.

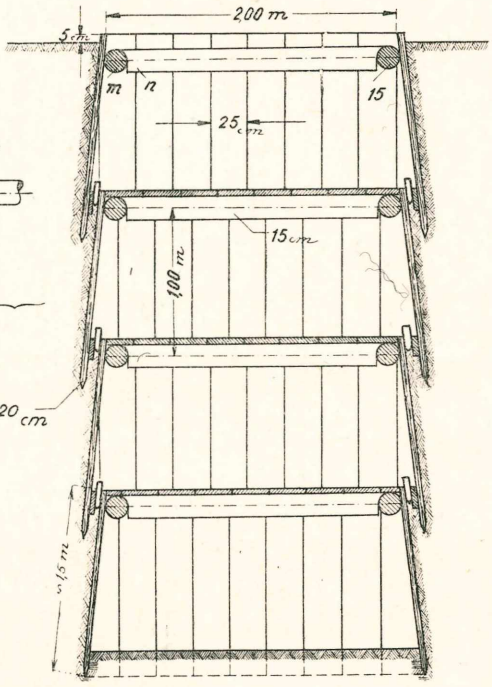


Polių traukimas

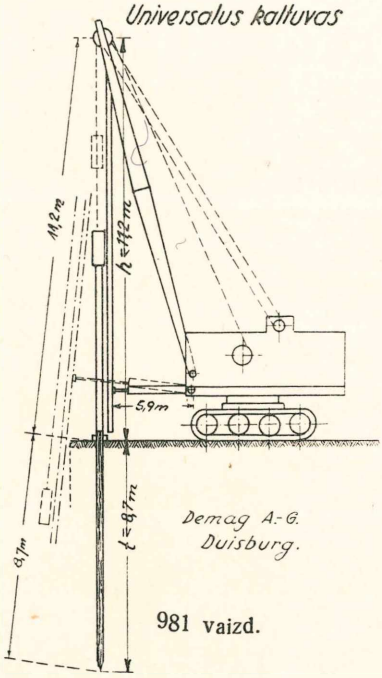
979b vaizd.



Žemės griuvimo sulaikymas kasant šulinius ir fundamentus

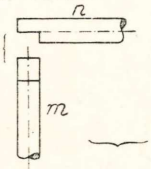


Universalus kaltuvas



981 vaizd.

Sukirt.



982 vaizd.

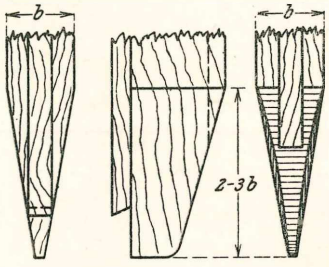
Medinių špuntpolių praktiški dydžiai — ilgis, storis ir plotis.

Parengiant medžiagą špuntinėms sienelėms kalti, reikėtų nenutolti nuo praktikos duomenų, pažymėtų šioje lentelėje:

Špunto ilgis	Špunto storis	Špunto plotis
l m	*s* cm	*b* cm
2 m	8—10 cm	20 cm
3 „	10 „	
4 „	12 „	
5 „	14 „	
6 „	16 „	
7 „	18 „	25 „
8 „		
9 „		
10 „	20 „	
11 „	22 „	28 „
12 „		
13—15 cm	24 „	30 cm

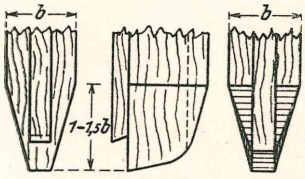
Špuntpolių nusmailinimas.

Kalti į minkštus gruntus.



983 vaizd.

Kalti į kietus gruntus.



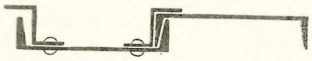
984 vaizd.

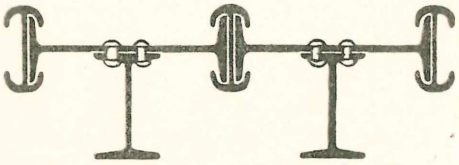
Metaliniai špuntpoliai.

Spraustinės sienos yra kalamos ne tik iš medinių lentų (Holzspundbohlen) ir spraustinių polių 12—15—18—20 cm storio (Holzspundpfähle) uostų krantinėms, bet ir plieninių sankabinių profiliuotų polių (Stahlspundwände).

Pagal Friestedt

985 vaizd.





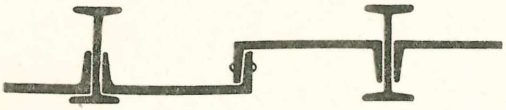
986 vaizd.

Simon'o būdas (1893)

987 vaizd.

988 vaizd.

Universal-Compound
(British Steell Piling Co, Anglija)



989 vaizd.

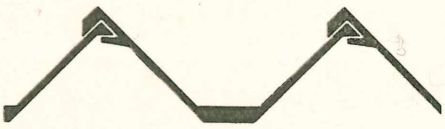
Universal-Joist
(British Steel Piling Co, Anglija)

990 vaizd.

Kniedyti profiliniai poliai.

Iš valcuoto plieno.

991 vaizd.

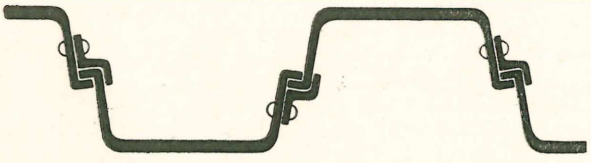


Seboldt 1920

992 vaizd.

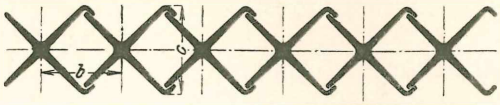
Popping 1909

993 vaizd.



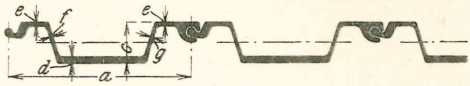
Larssen'o kniedyti
1897

994 vaizd.



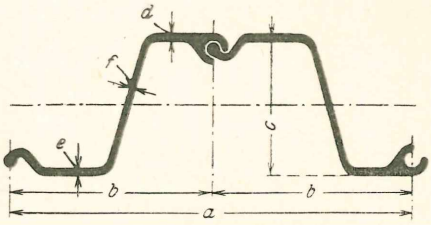
Krupp'o būdas (1911)

995 vaizd.



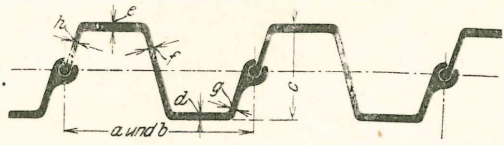
Ransome profilis (1911)

996 vaizd.

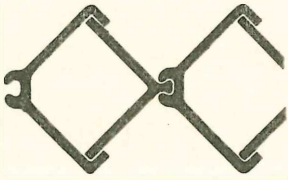


Lamp profilis (1913)

997 vaizd.



Rote Erde bendrovės (1912)



Ovens'o prof. 1910

998 vaizd.

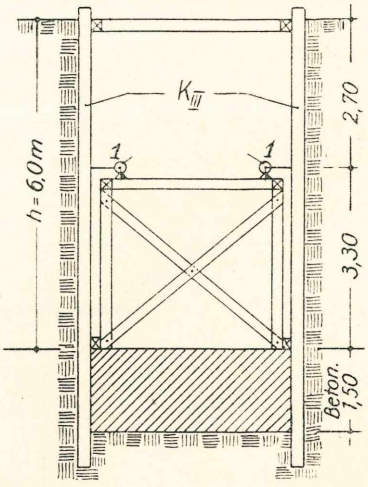
Weinlinger 1897

999 vaizd.

Krupp'o prof. 1914

1000 vaizd.

Krupp'o špuntpoliams kalti atsarginiai išrėmimai, kur 1 ir 1 pralinkimų rodikliai

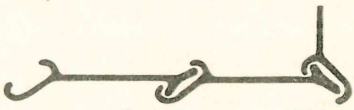


1001 vaizd.

1002 v. Berend (Amerika)

United States 1005 v.

1003 v. Gregson 1004 v. Farlane



Quimby 1006 v.

1007 vaizd.

1008 vaizd.

1009 vaizd.

Lackawanna (Amerika 1910)

1010 vaizd.

Vanderkloot

1011 vaizd.

Williams

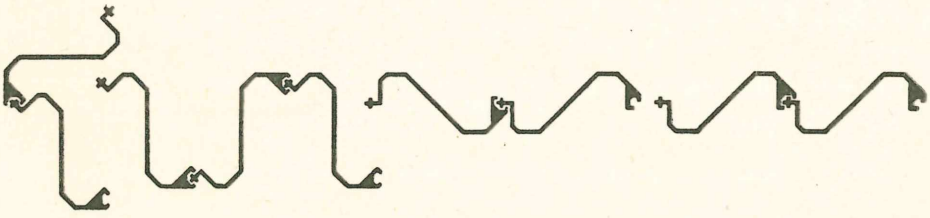
1012 vaizd.

Lang'o lankinė skarda

1013 vaizd.

Ransome dvigubas špuntpolis

Universaliniai špuntpoliai (Luxenburg 1909)

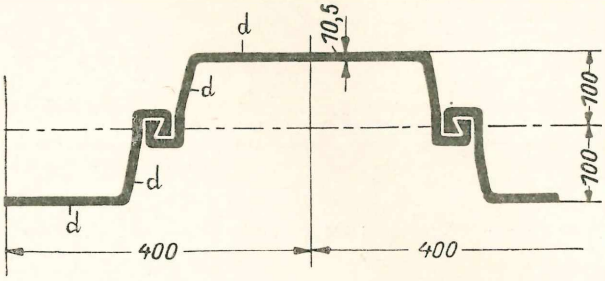


1014 vaizd.

„LARSSEN“

prof. II

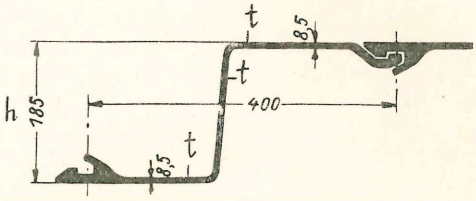
1015 vaizd.



„HOESCH“

prof. II

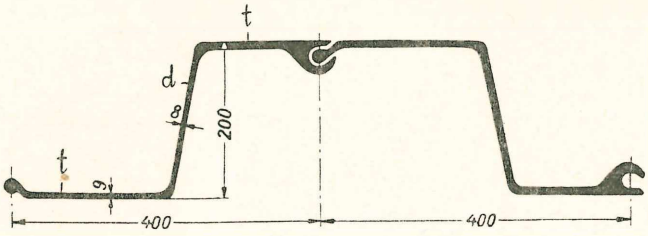
1016 vaizd.



„KLOCKNER“

prof. II

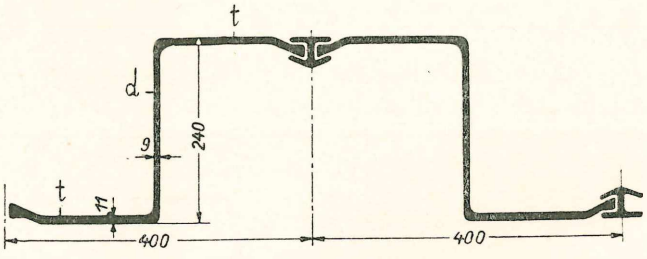
1017 vaizd.



„KRUPP“

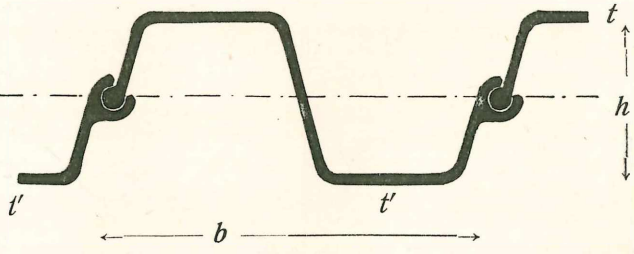
prof. K III

1018 vaizd.



„ROTE ERDE“

1019 vaizd.



Kad tokie poliai nerūdytų, primaišoma vario 0,5% ar nikelio, chromo, arba gerai nudažoma su berūgštiniu žemsmaliu (Säurefreier Teeranstrich). Plieninio špunto patvarumo laikas skaičiuojamas 80—100 metų.

Plieniniai špuntpoliai (Spundwandstahlbohlen) būna įvairios formos ir atsparumo. Labiau žinomi yra šie: Larssen, Hoesch, Krupp, Rote Erde, Klöckner, Ovens, Weinlinger, Popping, Seboldt, Ransome, Lamp ir k.

1) „Larssen" — Ia, I, II. III, IV, V profiliai,

Profilis	Aukštis mm h	Plotis mm b	Storis mm d	Polio kg/m	Špuntsienės kg/m²	Špuntsienės 1 m atsp. mom. W - cm³	Pastaba
Ia	65	400	7	33,0	82	380	1926 duomenys
I	75	400	8	38,0	96,0	500	
II	100	400	10,5	49,0	122,0	849	
III	123,5	400	14,5	62,0	155,0	1363	
IV	155	400	15,5	75,0	187,0	2037	
V	172	420	22	100,0	238.0	2962	Klaipėd. krantin.

2) „Hoesch" — I, Ia, II, III, IV, V profiliai,

Profilis	h	b	t	Skerspiūvis cm²	Polio kg/m	Špuntsienės kg/m²	Špuntsienės atsp. mom. W — cm³
I	150	400	7,0	46	35,6	89	600
Ia	150	400	7,5	49,62	39,0	97,5	670
II	185	400	8,5	60	47,2	118	1000
III	228	400	10,0	72	56,8	142	1400
IV	265	400	12,0	89,42	70	175	2100
V	400	285	14,0	101,50	79,6	279	4550

3) „Krupp" — K_I, K_{II}, K_{III}, K_{IV}, K_V, K_{VI}.

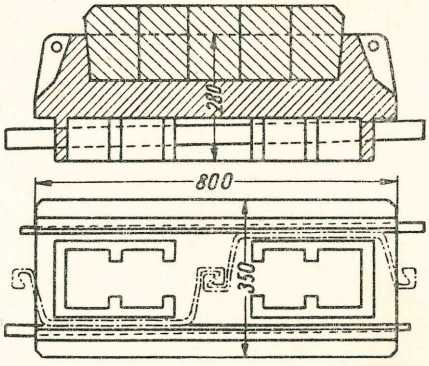
Profilis	h mm	b mm	t mm	d mm	Polio kg/m	Špuntsienės kg/m²	Špuntsienės 1 m atsp. mom. W - cm³	Polio atsp. mom. W - cm³
K_I	160	400	8,5	6	40,90	102	755	303
K_{II}	200	400	9,5	7	46,80	117	1080	433
K_{III}	240	400	11	8	61,70	154	1660	662
K_{IV}	280	400	16	10	80,40	202	2510	1005
K_V	320	360	20	12	95,30	265	3590	1290
K_{VI}	360	320	23	14	107,40	336	4870	1560

4) „Rote Erde“ — I, II, III, IIIa, IV, IVa, V, VI, VII, VIIa profiliai,

Profilis	h mm	b mm	t mm	t' mm	Polio kg/m	Špuntsienės kg/m²	Špuntsienės 1 m atsp. mom. W-cm³
I	80	380	7,5	7,5	32,0	84,3	230,8
II	130	380	10	9	41,2	108,3	487,0
III	170	380	12	10	51,7	136,1	743,9
IIIa	170	380	12	10	55,7	146,5	770,0
IV	190	380	15	13	58,8	154,7	964,0
IVa	190	380	14	12	61,2	161,0	1015,0
V	230	550	14	13	88,0	160,0	1275,0
VI	265	550	19,5	17	109,0	198,0	1700,0
VII	280	550	27	24,5	134,7	244,9	2233,0
VIIa	280	550	27	24.5	142,1	258,4	2288,0

„LARSSEN“ poliams II kalti gaubas.

Plieno gaubas apima du poliu, turi 2 šonines pakalas ir viršum kieto medžio sluoksnį, kad metaline meška kalimas būtų elastiškesnis.



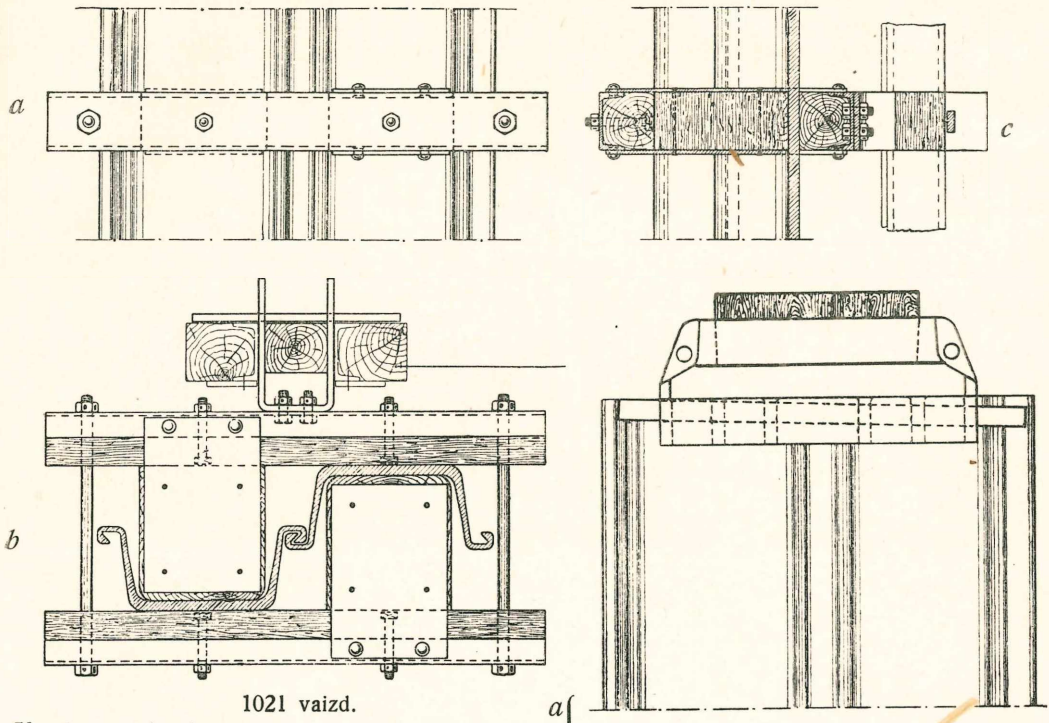
1020 vaizd.

Metalinių polių sunkiam kalimui reikia vartoti polių metalinius gaubus su kieto medžio viršūne: iš kieto ąžuolo, skirpsto, quebracho, sandelio, žaliašerdžio, hyckory, eukalipto (Eucaliptus mikrocorys), bongosi ir kt. (žr. J. Šimoliūnas, Statyba I t. 129, 131—2, 148—157; Kaunas, 1937).

Kad poliai nuo smarkių meškos smūgių nenukryptų nuo vertikalės arba reikiamo įžulnumo, juos reikia prilaikyti kaltuvo strėlės kryptimi tam tikru prietaisu — vestuvu.

Metaliniams spraustpoliams kalti gaubo su kietmedžiu ir vestuvo pavyzdžiai matomi iš 1021—2 vaizdų.

Larssen'o dvigubam poliui kalti vestuvas, gaubas, glausčiai.



1021 vaizd.

Vestuvas (a, b, c)

a
b

1022 vaizd.

Gaubas (a, b)

Tiesliniai (a, b) **glausčiai**
(Zangen)

Šon-
vaizdis

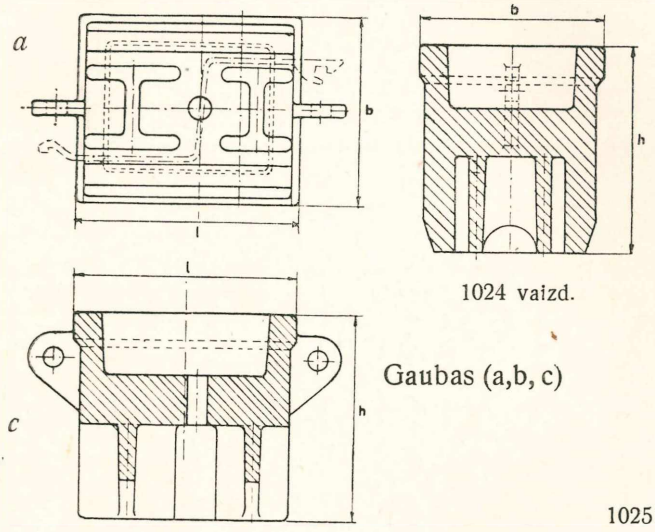
1023 v.

a
b

planas

„Hoesch“ špuntpoliams kalti lieto plieno gaubai

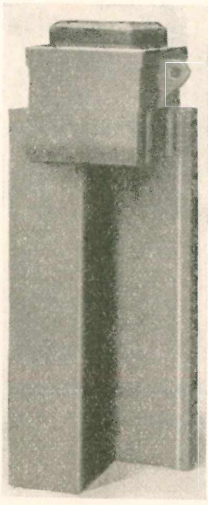
Vienam poliui



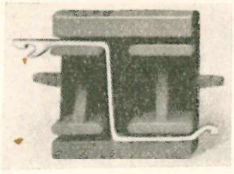
1024 vaizd.

Gaubas (a,b, c)

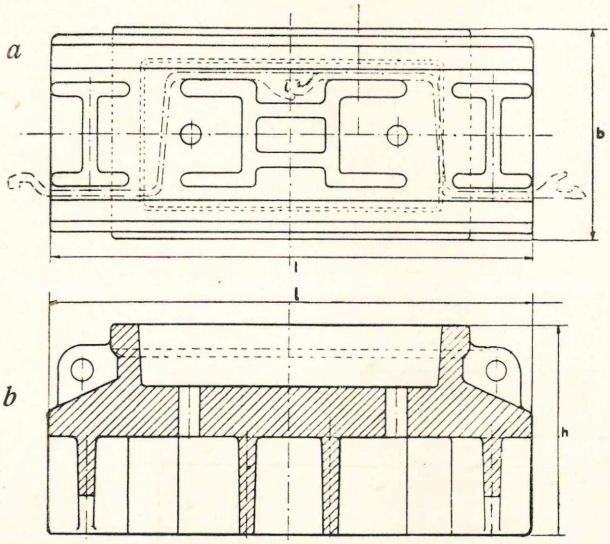
Gaubo vaizdas



1025 vaizd.

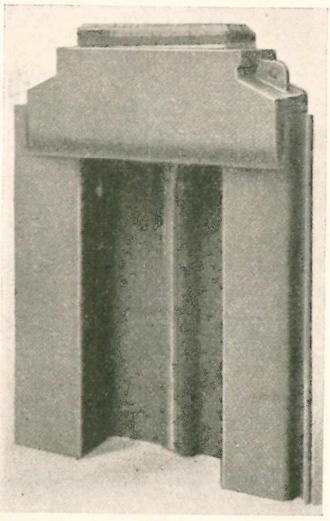


Dvigubam poliui



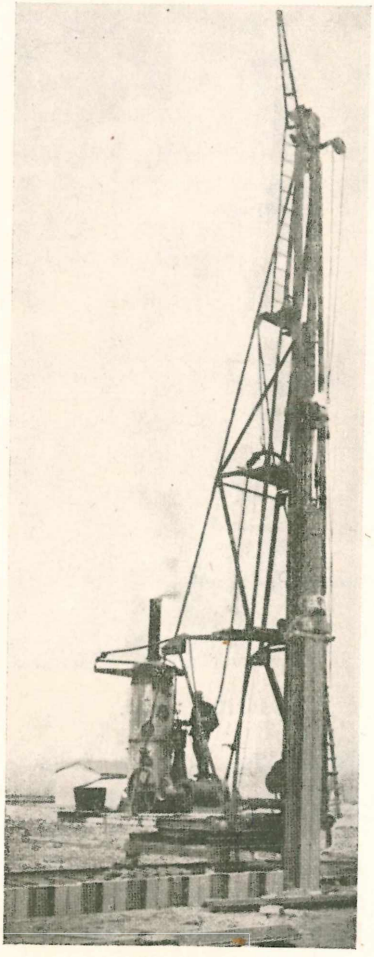
1027 vaizd.

Dvigubo gaubo vaizdas



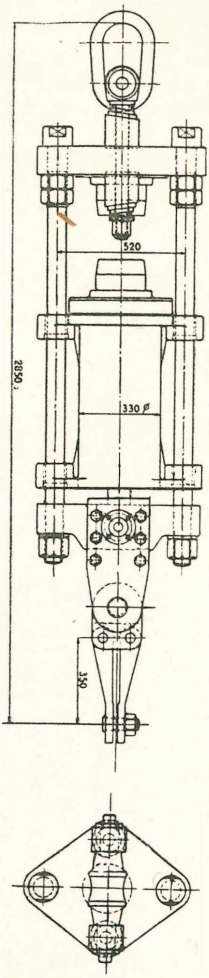
1026 v.

Prietaisai geležiniams poliams įkalti ir ištraukti



1028 vaizd.

„Hoesch“ špuntpoliams kalti vartojamas geriausia garin. kaltuvas su 1,5—2—2,5—3 t meška, krentančia iš 0,70—1—1,5—2 m aukščio.

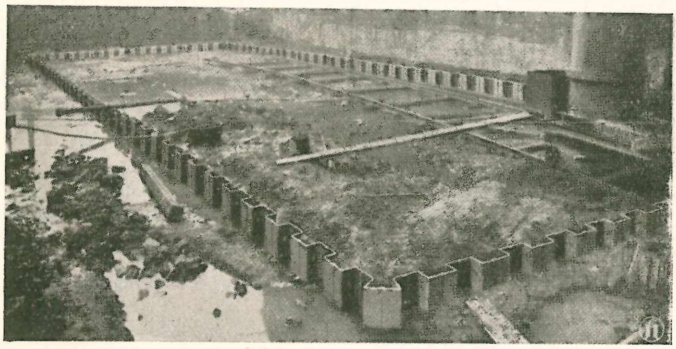


Poliarovis (Pfahlzieher) „*Deutschland*“ D. R. P. a. visas iš plieno. Trankymo cilindras — 33 cm ϕ. Prie oro ar garo spaudimo 10^{at} ir trankimo 180 kartų min. traukia su jėga ~ 20 t.

1029 vaizd.

Poliarovio ilgis 2,85 m

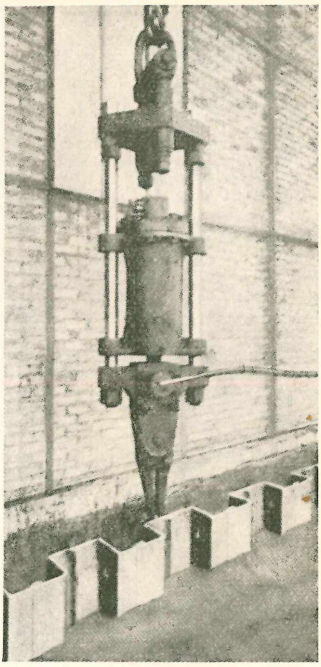
Sunkaus pastato pamatams sukalti poliai



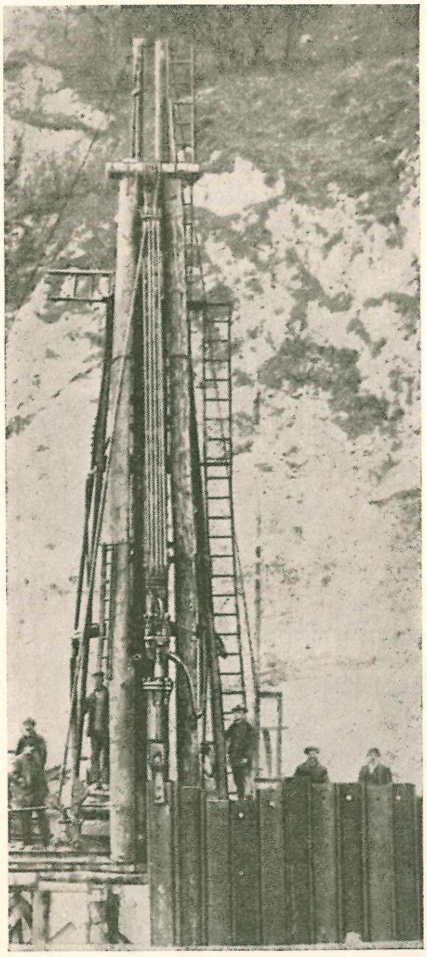
1030 v.

„Hoesch“ ir „Larssen“ poliams traukti pneumatiniai poliaroviai

Poliarovis „Demag-Union-Pfahlzieher“ dirba suspaustu oru iki 6^{at} arba garu iki 8^{at}. Plieno trankomasis cilindras slankioja nuo įleidžiamo ir išleidžiamo susp. oro ar garo, darydamas 150—200 sukrėtimų per min., ištraukia polį, įkaltą apie 5 m gilumo grunte, per 1—5 min. laiką.



1032 vaizd.



1031 vaizd.

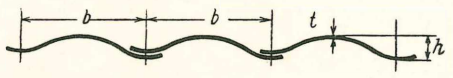
Poliarovis „Deutschland“ D. R. P. a. slankioja ant dviejų strypų, suspausto oro (10^{at}) ar garo kilnojamas. Jis produktyviai dirba ir, darydamas ~ 180 sukrėtimų per min., traukia geležinį polį po 1 m iš grunto maždaug per 1 min.

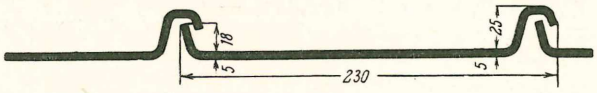
Poliarovis „Deutschland“ D. R. P. a, sugalvotas Larssen'o poliams traukti, čia aukščiau parodytas darbe. Jis ir kiti poliaroviai veikia polispasto arba diferencialinio bloko (15—20 t) ir trikojo pagalba. Jei vartojamas polispastas, tai troso ar tvirtos virvės galas būna palaikomas ir vyniojamas ant velano.

Kalant špuntinę sienelę iš plieninių špuntpolių, sienelės tiesi linija palaikoma glausčiais iš profiliuoto plieno (lovinis, dvitaurinis ir kt. profiliai) arba medinių sijų (žr. 1023 v.).

Be metalinių špuntpolių, pastaraisiais laikais pradėta vartoti plieninės lentos ilgio 2—4$^1/_2$ m ir apie 20 – 25 cm pločio. Jos, kaip ir špuntpoliai, būna įvairios formos ir atsparumo. Labiau yra žinomos firmų Hoesch, Klöckner, Union (žr. 1033—5 v.v.). Jos vartojamos tranšėjų ir kanalų grunto sienoms laikyti ir todėl yra dažnai vadinamos „kanalinės lentos“ (Kanaldielen).

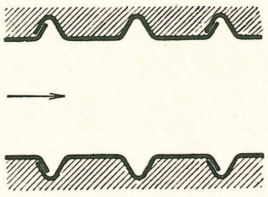
HOESCH 1033 vaizd.





KLÖCKNER 1034 vaizd.

1035 vaizd.



UNION

Gelžbetoniniai poliai

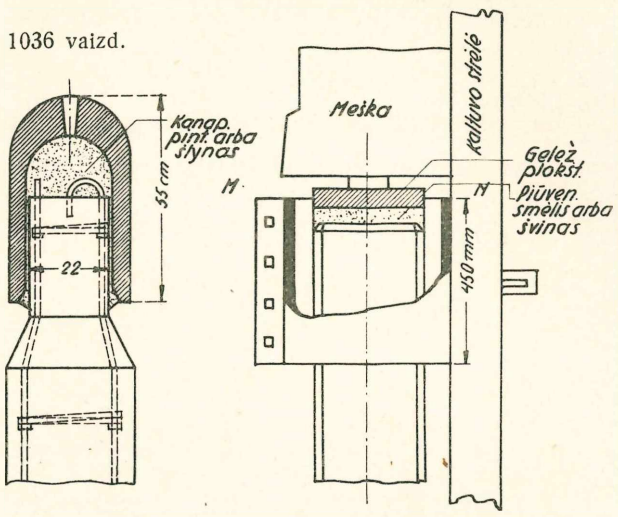
Kada negalima garantuoti, kad poliniai pagrindai iš medžio visada bus po vandeniu ir, reiškia, jie greit supus, tai tada vartojami gelžbetoniniai poliai, nebiją nei drėgmės nei sausumo, galį būti įvairios formos (apskriti, keturkampiai, šešiakampiai, aštunkampiai ir kt.), įvairių dydžių (storio ir ilgio), įvairaus tvirtumo (žiūrint cemento ir geležies kiekio), įvairaus gruntui atsparumo, priklausomai nuo paviršiaus šiurkštumo ir apačios formos.

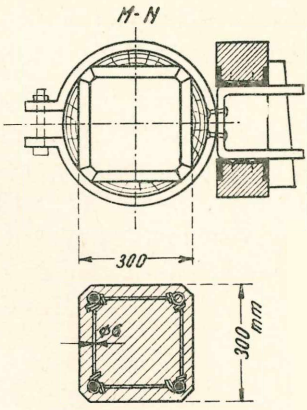
Jei kalami poliai kieti, pavyzdžiui, gelžbetoniniai ar metaliniai, ir yra pavojus skilti ar trupėti poliui ir meškai nuo kalimo smūgių, tai polio viršugalvyje reikia vartoti elastišką atsparų medį (ąžuolą, skirpstą, hyckory ir kt.) arba sluoksnį iš kanapių pintinio, virvių, šlyno ir kt. (žr. 1036 vaizd. ir Statybos I t. 154 – 5 psl.), arba plieno plokštės su pasluoksniu iš piūvenų, smėlio, švino ir kt., apklojant medžiu ir plieno apvalkalu suveržiant (žr. 1037 vaizd.).

Gelžbetonio lentiniams poliams kalti reikalinga taip pat vartoti panašius elastiškus gaubus (žr. 1038 v.).

Gelžbetoniniams poliams gaubų tipai

1036 vaizd.

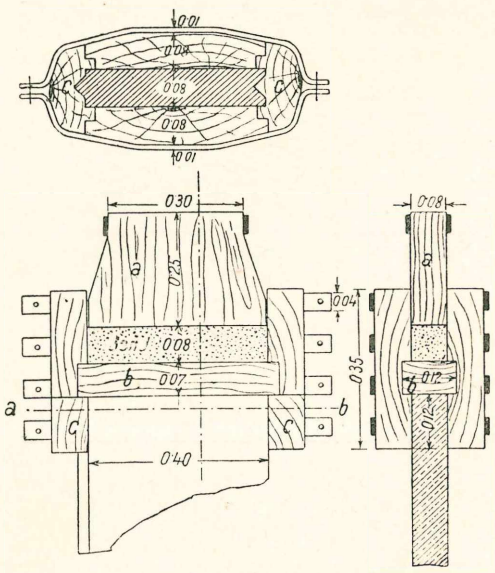




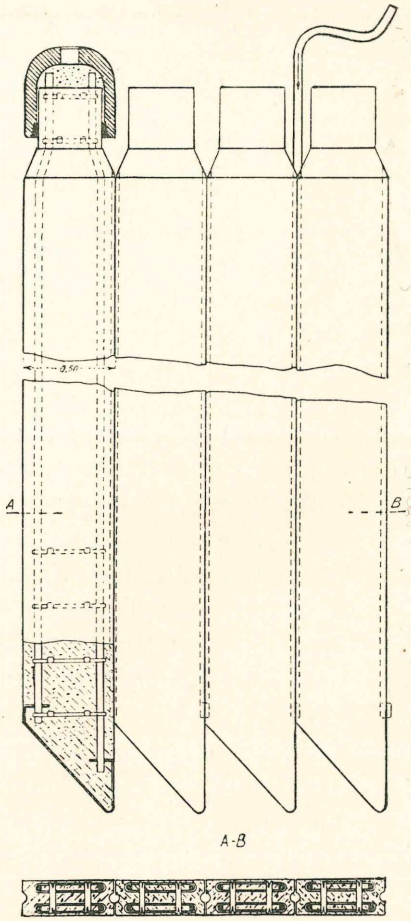
1037 vaizd.

Gelžbetoniniams lentiniams špuntpoliams kalti gaubo tipas (0,08 m — smėlis)

Papl. vamzd.



1038 vaizd.



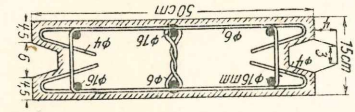
1039 vaizd.

Firma „Grün & Bilfinger A. G.“ gamino (1916) gelžbetonio špuntlentes (žr. 1040—1v.) pagal medinių špuntlenčių formą; vėliau buvo stengiamasi daryti špuntą (spraudį) apvalų (žr. 1042 v.) ir galų gale sumanyta dirbti lentas visai be špunto, kaip nurodyta 1039 vaizde. Čia lentoms sukalti vartojamas medinis spraudis arba metalinis vamzdis, kuris dažnai tarnauja ir paplovimo vamzdžiu (žr. 1039 v.).

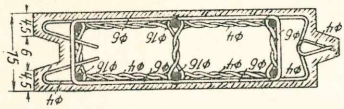
Gelžbetoninės špuntinės (spraustinės) lentos, arba špuntpoliai.

„Grün & Bilfinger A. G.“ b-vės

1040 v.

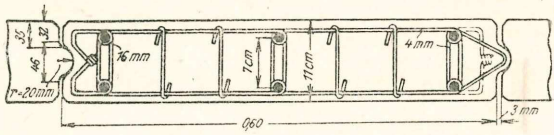


1041 v.



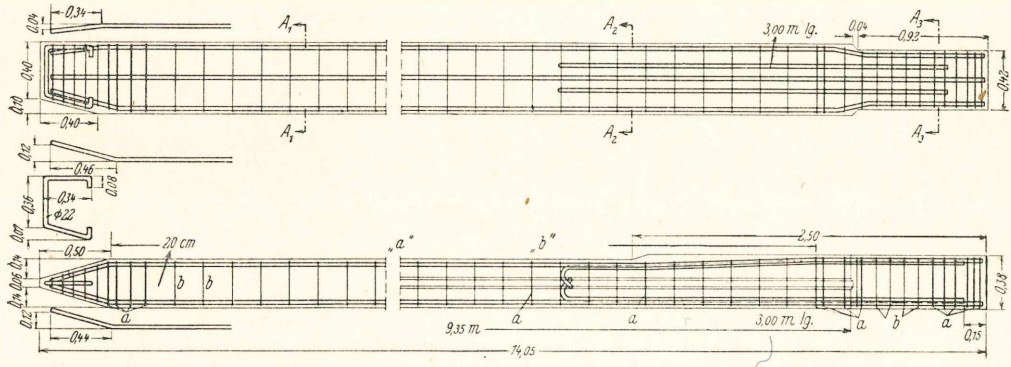
su kietmedžio spraudžiu ir be jo.

Ruhrort'o uoste vartotos lentos (1906)

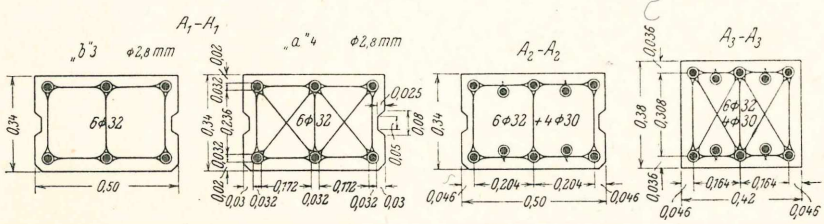


1042 vaizd.

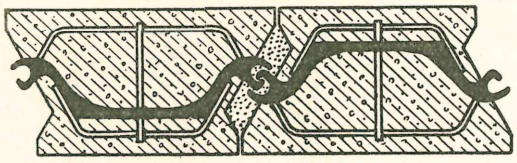
Firma „Christiani & Nielsen“ vartojo (1930) Hamburgo uoste „Westhafen“ šiuos lentinius gelžbetonio polius:

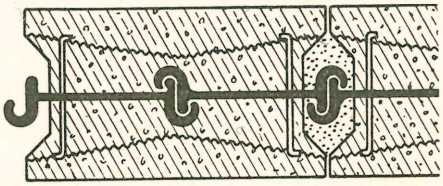


1043 v.

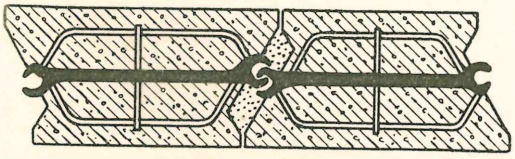


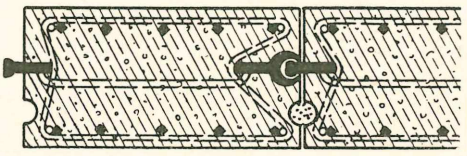
1044 vaizd. Amerikos plieno špuntlenčių, apklotų gelžbetoniu, pavyzdžiai 1045 vaizd.





1046 vaizd. 1047 vaizd.

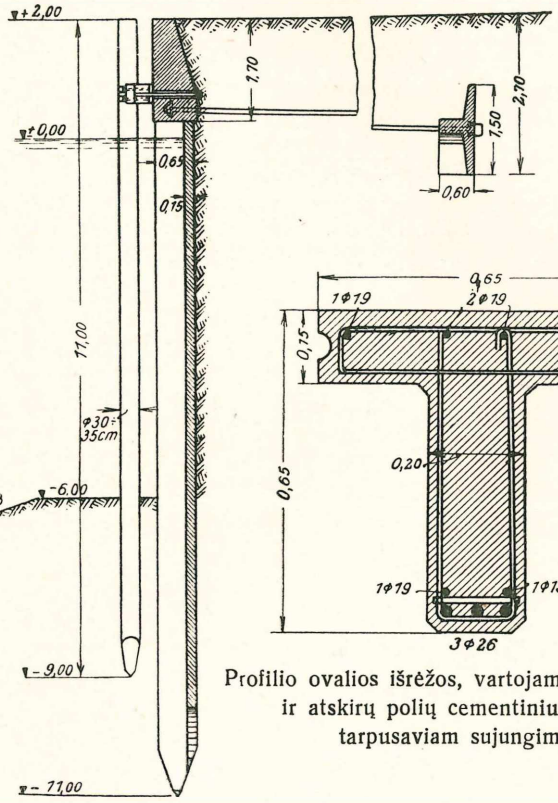




Gelžbetonio polių konstrukcijos nuo jų išradėjo Henebiko laiko iki šių dienų plėtojosi taip, kaip toliau nurodyta a): 421—6 p.p. ir b): 427—42 p.p.

Gelžbetoninių špuntpolių įvairumai.

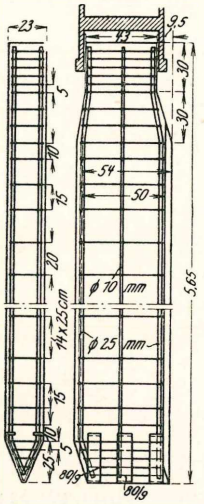
T virtas atraminėms sienoms ir uostų krantinėms tėtinis tipas.



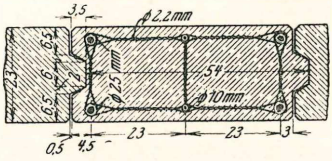
1048 vaizd.

Profilio ovalios išrėžos, vartojamos paplovimui ir atskirų polių cementiniu kamščiu tarpusaviam sujungimui.

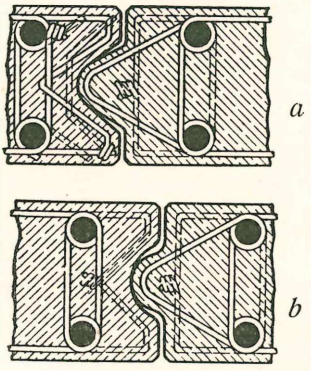
Špuntpolio tipas su apkaustytu žambu r uždėtu gaubu kalti.



1049 vaizd.



Polių spraudį (špuntą) reikia daryti tvirtą trapecinį arba apvalų (1049 ir 1050 v.)

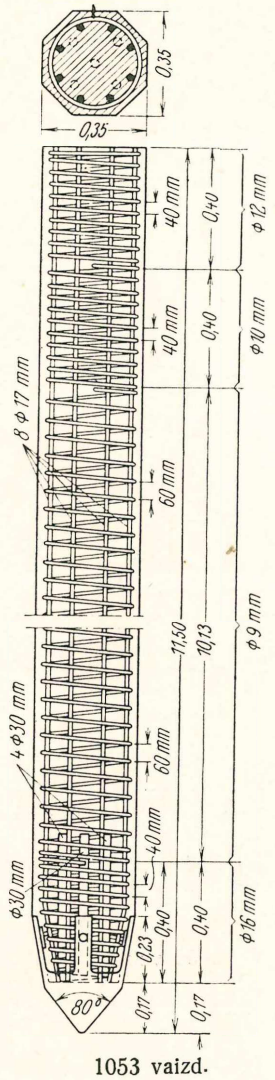


1050 vaizd.

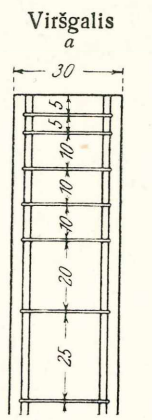
Gelžbetonio poliai.

a) Įkalami poliai.

1. Gelžbetonio išradėjas Henebikas (Hennebique) apie 1894 metus sukūrė ir gelžbetoninį polį, vadinamąjį Hennebique-polį (Hennebique-Pfahl), pradžioje apvalų, o paskui ir keturkampį (žr. 1052 vaizd.). Jo smaigalys buvo ištisai metalinis, kampuose apskrita geležis, kampuose rišimas iš 3 mm vielos — apatinėje dalyje trigubinis, viršutinėje dalyje keturgubinis, galuose surišta dažniau viduryje rečiau.

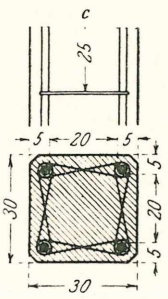


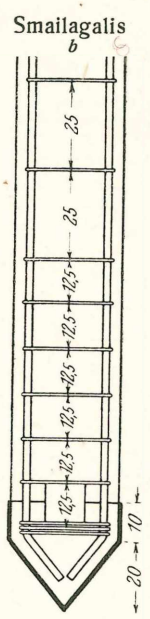
1053 vaizd.



„Hennebique" polio planas

1051 vaizd.

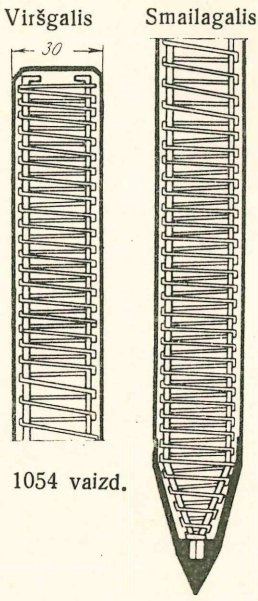




1052 vaizd.

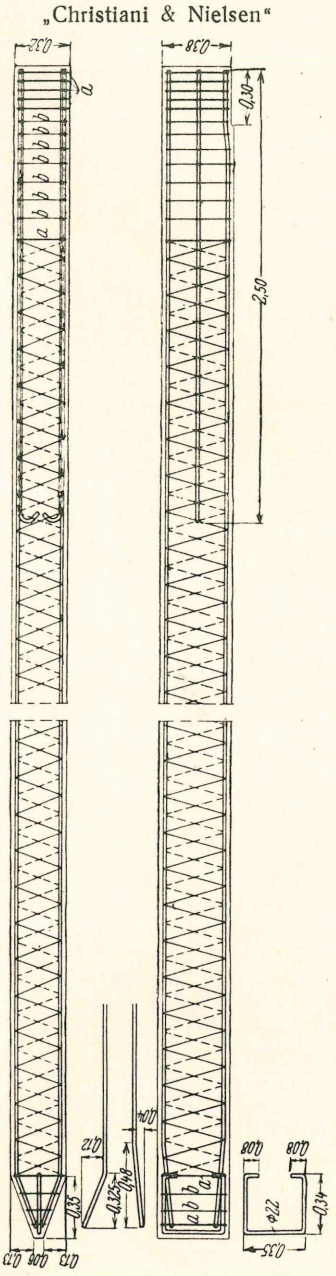
2. Konsideras (Considère) davė savo konstrukcijos polį su spiraline armatūra (žr. 1053 vaizd.); Considère-polis buvo pavartotas statybai 1906 metais. Gelžbetonio statybos firma Wayss & Freytag to polio patentą įsigijo visai Vokietijai. Considère-polis daug stipresnis už polį su paprasta horizontalia armatūra (Hennebique-polį). Considère savo polį su spiraline armatūra kala su metaline 2 t svorio meška, nedarydamas polio viršugaliui jokios minkštos priegaubos (Schlaghaube); tokia svari meška, kaldama iš 2 m aukščio, mažai ką tesugadindavo nepagaubtą polio viršugalį ir rodydavo gerą kalimo efektą; minkšta priegauba apsaugo polį, bet neproduktyviai suima energijos dalį, žymiai sumažindama kalimo efektą.

3. Firmos „Wayss & Freytag“ spiralinės armatūros polis buvo sustiprintas, sutirštinant spiralinį vijoklį, būtent, sumažinant vijoklio žingsnį nuo 7 cm iki 4,3 cm polio viršugalyje per 1,2 m ir iki 4 cm polio smailagalyje per 0,8 m (žr. 1054 vaizd.); be to, dar viršugalyje (0,8 m) ir smailagalyje (0,6 m) buvo pridedama papildoma vijoklinė armatūra iš 5 mm vielos.



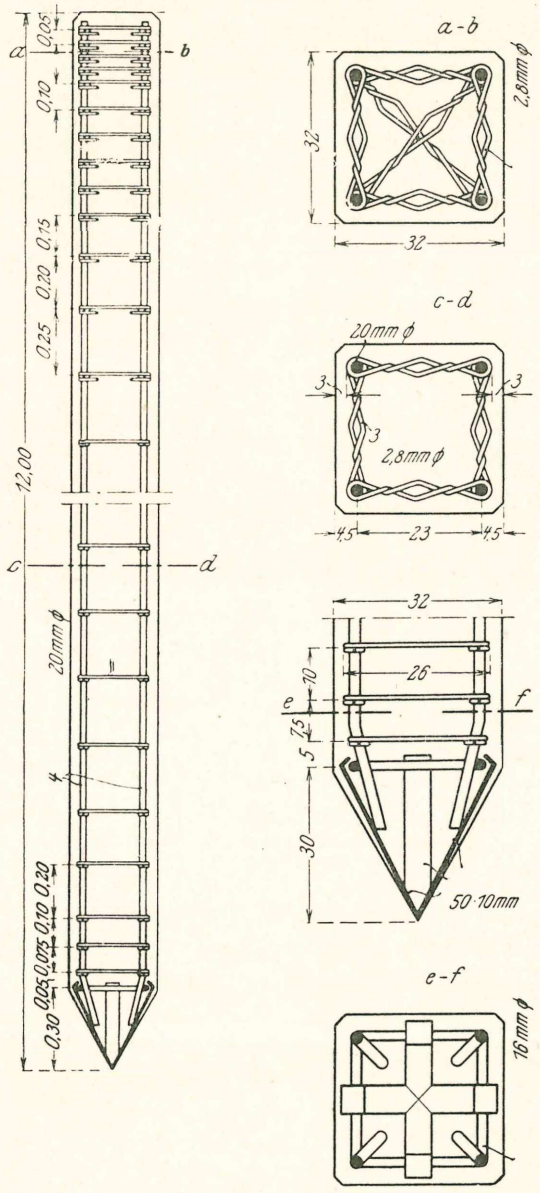
1054 vaizd.

4. „Christiani & Nielsen“ — polis turi specialiai sustiprintą sutankintos horizontalės armatūros a, b.., a pagalba (žr. 1055 v.) viršugalį, kad jis būtų atsparus meškos smūgiams, kada polis būna kalamas į gruntą. Polio smailagalys su tvirta vertikaline armatūra yra gerai armiruotas horizontaliai. Polio liemuo, kad netrūktų transportuojant, nelinktų kalant ir užkrautą krovinį laikant, yra iš lauko armiruotas zigzagine, trikampine — standžia armatūra pagal patentuotą būdą.

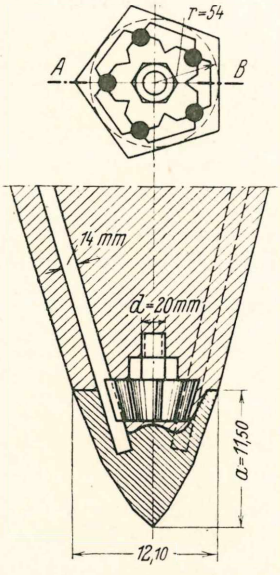


1055 vaizd.

5. Firmos „Philipp Holzmann A.G.“ gelžbetonio polis turi horizontalinį rišimą, bet iš suvytos pagal Züblin'ą vielos 2,8 mm 3-jų gyslų virvelės, o polio viršugalyje specialios kryžmeninės armatūros net iš keturių gyslų vytos virvelės (žr. 1056 vaizd.), polio smailagalys (30 cm aukščio) sudarytas kaip mediniams poliams, keturšakis, apkaustytas iš dviejų sulenktų ir sudėjime suvirintų 10 mm × × 50 mm plieno juostų; juostgaliai yra viršum užlenkti apie apskritą 16 mm lanką (žr. 1056 vaizd.).



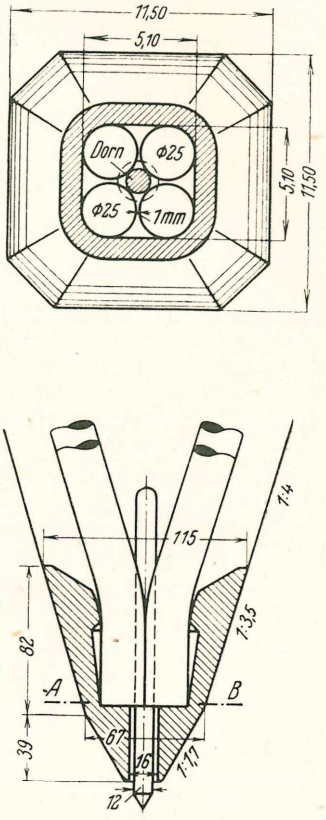
1056 vaizd.



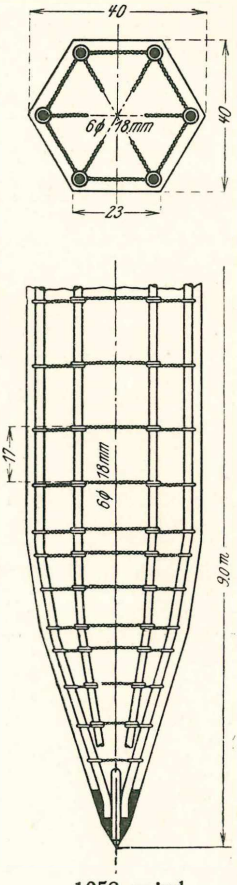
1057 vaizd.

6. Rud. Wolle's gelžbetoninis polis turi masyvinį smailagalį iš lieto plieno; jo vidinėje įduboje yra armatūros ilginių strypų galams suleisti skylelės, o tuos galus įveržti — centrinis varžtas (20 mm) su atitinkamos strypams formos kūgine paveržle (žr. 1057 vaizd.).

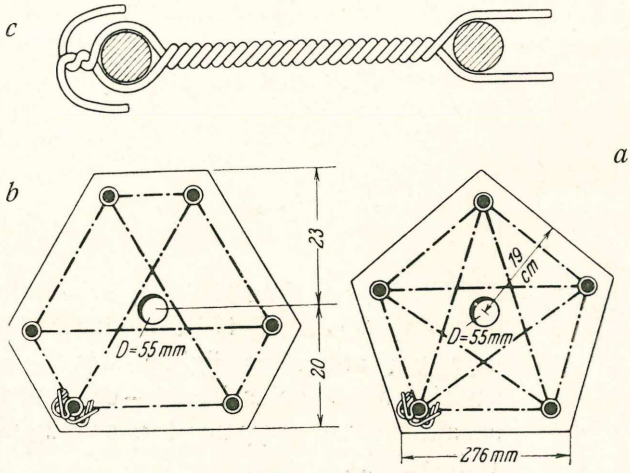
7. Ciublinas (Züblin), savaip pagerindamas polio konstrukciją, sukonstravo Züblin-polį, keturkampės, šešiakampės ir aštuonkampės formų, su masyviniu lieto plieno padu, kuris apima apatinius polio ilginės armatūros strypų galus, stipriai įspaudžiamus viduriniu apskritu kyliniu strypu iš 12 mm (žr. 1058 vaizd.); horizontaliai armatūrai Züblin'as vartojo savo patentuotus, iš vielos suvytus, susuktus (žr. 1060 v.) virvelinius pavalkėlius (gedrehte Drahtbügeln), kurie, pasirodo, labai gerai laiko suklupimo įtempimus (Knickspannungen); jie geri poliams su centriniu paplovimo vamzdžiu (žr. 1060 vaizd.).



1058 vaizd.



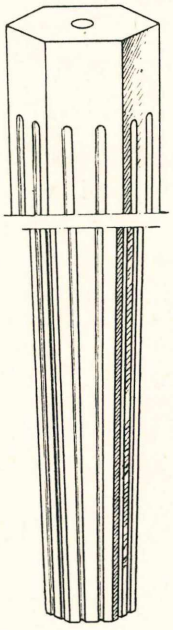
1059 vaizd.



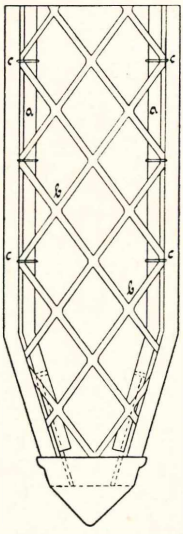
1060 vaizd.

8. „Gilbreth“ — polis šiurkštuolis, atsparasis: jo rumbuotas didelis paviršius prie polio konusinės formos tvirtai remiasi šonais į gruntą ir kelia; kad polio paviršiaus su gruntu sukibimas pasiliktų didesnis, paplaunąs gruntą vanduo iškyla į viršų polio šoniniais įdubimais.

„Gilbreth“ polis

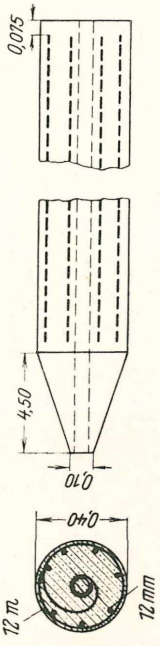


„Weirich & Reinken“

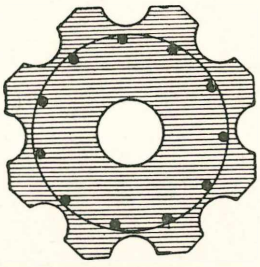


1062 vaizd.

„Chenoweth“



1063 vaizd.



1061 vaizd.

9. „Weirich & Reinken“ — polis turi apie vertikalinę armatūrą specialų rombinį metalinio audinio (Streckmetalbahnen) ištisą apsiaustą ir tvirtą metalinį padą (žr. 1062 vaizd.); šie poliai gerai laikosi, kalant juos į kietus gruntus.

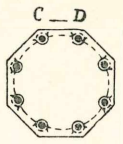
10. „Chenoweth“ — polis turi taip pat vietoje skersinės armatūros „Weirich & Reinkin“ — polio metalinį (Streckmetall) audinį, bet čia audinys pradedamas spirališkai vynioti nuo polio centralinio dujavamzdžio iki apvelkant stačios armatūros visą išorę; centrinis vamzdis vartojamas kartu ir gruntui paplauti (žr. 1063 vaizd.).

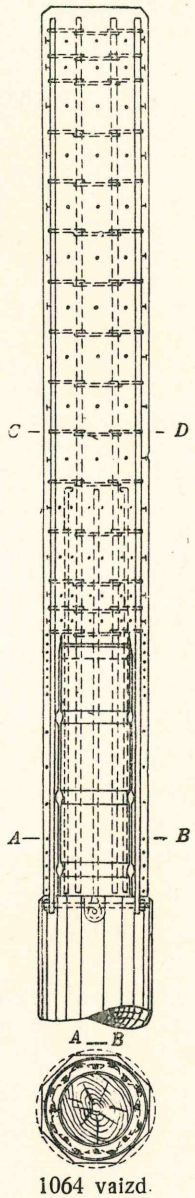
11. „Möbus“ — polis mišrusis, susidedąs iš apatinės medžio dalies ir viršutinės gelžbetonio dalies (žr. 1064 vaizd.).

12. „Bignell“ — savaime smengąs polis: jo viduryje įtaisyti du koncentriniai vamzdžiai, 2″ (5 cm) ir 4″ (10 cm); laibesnis vidurinis eina perdėm iki metalinio smailagalio apačios, išleidžiant 14—20^{at} vandens srovės į apačią ir šonus, kad išpurintų ir aukštyn išplautų gruntą; storesnis vamzdis aklai baigiasi prie smailagalio, bet turi šoninius priedinius vamzdžiukus (Spüldüsenanschlüsse), kaip parodyta 1065 vaizde.

13. Concrete Steel Comp. (New York) — polis įleidžiamas į minkštą nelimpantį gruntą vandens paplovimu. Paplovimo srovė vartojama tik 4,5^{at} spaudimo, bet čia vandens kiekis reikalingas didelis. Paplovimo vamzdis įmamas 5 cm ϕ. Į lengvai išplaunamą minkštame grunte poliui reikiamą vietą yra leidžiamas polis su praplatinta apačia (Klumpfusspfahl). Toks polis pastate yra matomas 1066 vaizde.

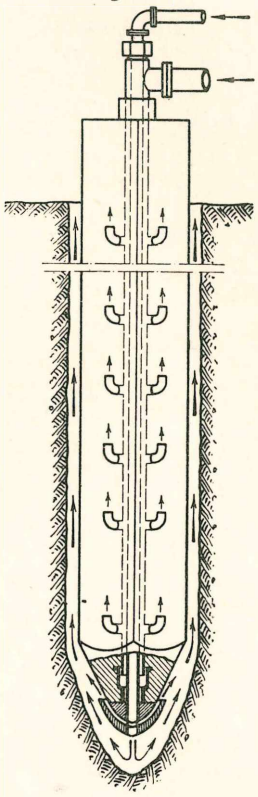
„Möbus“



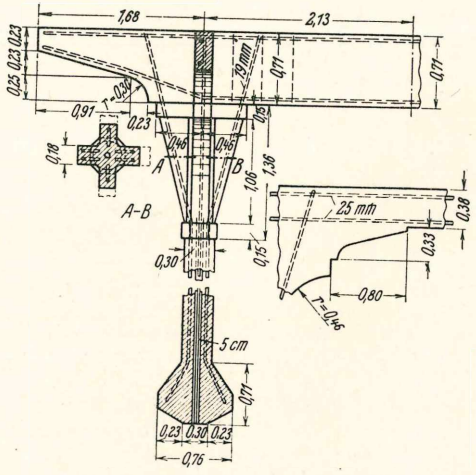


1064 vaizd.

„Bignell“



1065 vaizd.



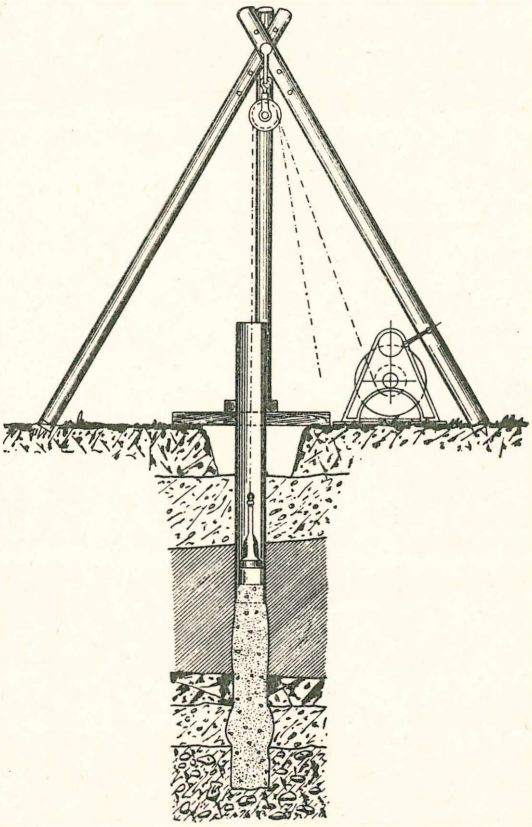
„Concrete Steel Comp.“
1066 vaizd.

b) Gelžbetonio poliai, betonuojami grunte (Ortpfaehle)

Polio buvimo vietoje atliekamas grunto gręžimas su atatinkamo būsimo polio diametro apyvamzdžiu; gręžimu ar vamzdžio įkalimu įsigilinus į kietą našų gruntą, užbetonuojama polio apačia, o po to pamažu ir visas polis, traukiant protarpiais apyvamzdį atgal į aukštį; betono plūkimas grunto nedrebina ir todėl šis polių įrengimo darbų vietoje ramus būdas yra vartotinas ten, kur gruntą drebinąs polio kalimas gretimiems namams gali pridaryti žalos.

1. Štrauso gręžiamasis polis (der Bohrpfahl „Strauss"): į gruntą reikiamai įgilinamas gręžiamasis vamzdis (Bohr-Rohr), turįs $d = 25-40$ cm ir sienelių storį $s = 2$ cm; po to užbetonuojamas polio apatinis sluoksnis per ~ 75 cm, suplūkiamas, pamažu keliant vamzdį aukštyn; toliau tas pat kartojama iki viršaus. Darbų eiga matoma iš 990 vaizd. Be geležies polis vartojamas vien spaudimui, kitaip esant, dedama armatūra. Betonui (be armatūros ir su armatūra) plūkti yra vartojami O. Colberg'o ir Spangenberg'o plūktuvai (spaustuvai), kurie ypač gerai veikia, kada apyvamzdyje aukštyn veržiasi vanduo (žr. 1067 vaizd.).

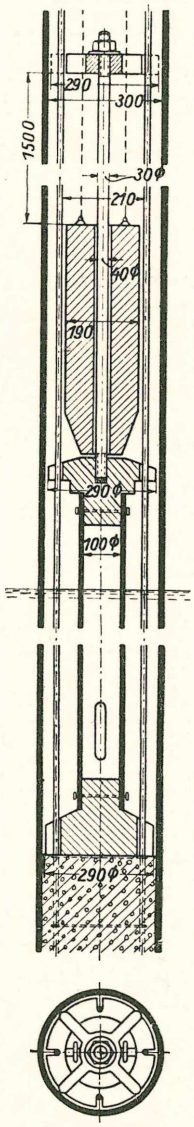
„Strauss" polis



1067 vaizd.

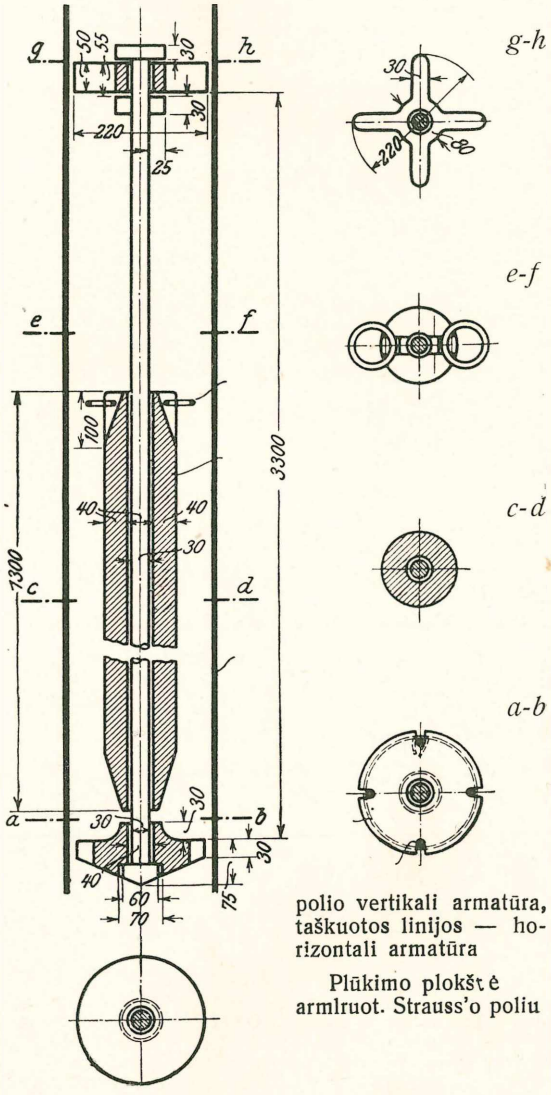
Vietiniams (Ortpfähle) betono poliams plūkti yra vartojami specialūs plūktuvai.

Spangenberg'o plūktuvas
(jo pameškė — Stampfjungfer)



1068 vaizd.

O. Colberg'o plūktuvas
(Rammstössel)

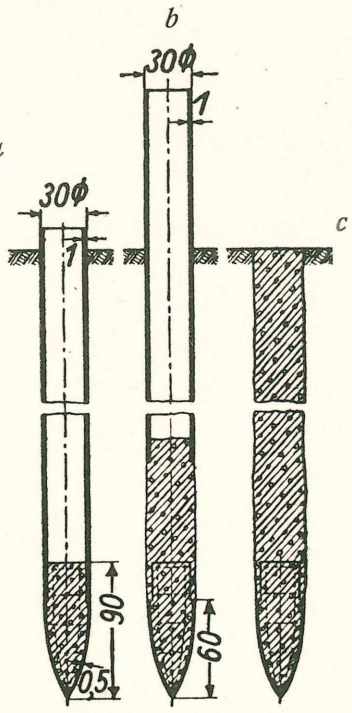


polio vertikali armatūra, taškuotos linijos — horizontali armatūra

Plūkimo plokštė armlruot. Strauss'o poliu

1069 vaizd.

2. „Simplex“ — kaltpolis su įkaltu vamzdžio paliekamu užbetonuojamu smailagaliu (žr. 1070 vaizd.).

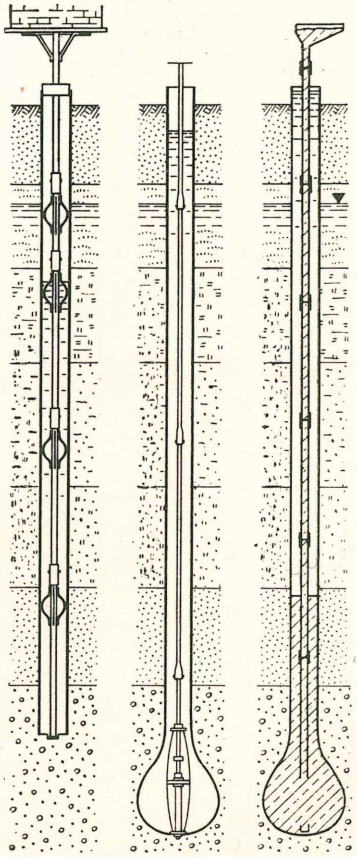


„Simplex“ — polis

1070 vaizd.

3. „Aba-Lorenz“ — kriaušgalinis polis (Klumpfüssiger - Pfahl): plieno apyvamzdis, turintis 32 cm vidinį diametrą, duoda 800 cm² polio liemens skerspiūvį, o kriaušigalio gaunamas vidutin. 80 cm storis su apačios iki 5000 cm² plotu spausti į gruntą. Apyvamzdis užbetonuojamas ir pakeičia armatūrą; polio viršugalviui surišti su antpoline gelžbetonio sija ar plyta esti įbetonuojami geležiniai strypai.

Apyvamzdis į gruntą įgilinamas slėgimu ir sukiojimu; pasiekus kietesnį gruntą, tam tikru Aba-Lorenzo aparatu išmėginamas grunto atsparumas. Norint žinoti, kiek galima polį apkrauti, toliau, apačioje vamzdžio, gruntas išgręžiamas kriaušės pavidalu specialiu aparatu ir išimamas; po to kriaušinė tuštuma ir apyvamzdis užbetonuojamas po vandeniu su liejamu betonu (Gussbeton) prie tricherio pagalbos. Darbų eigą nušviečia 1071 vaizd. Vienas polis gali kelti iki 50 t.

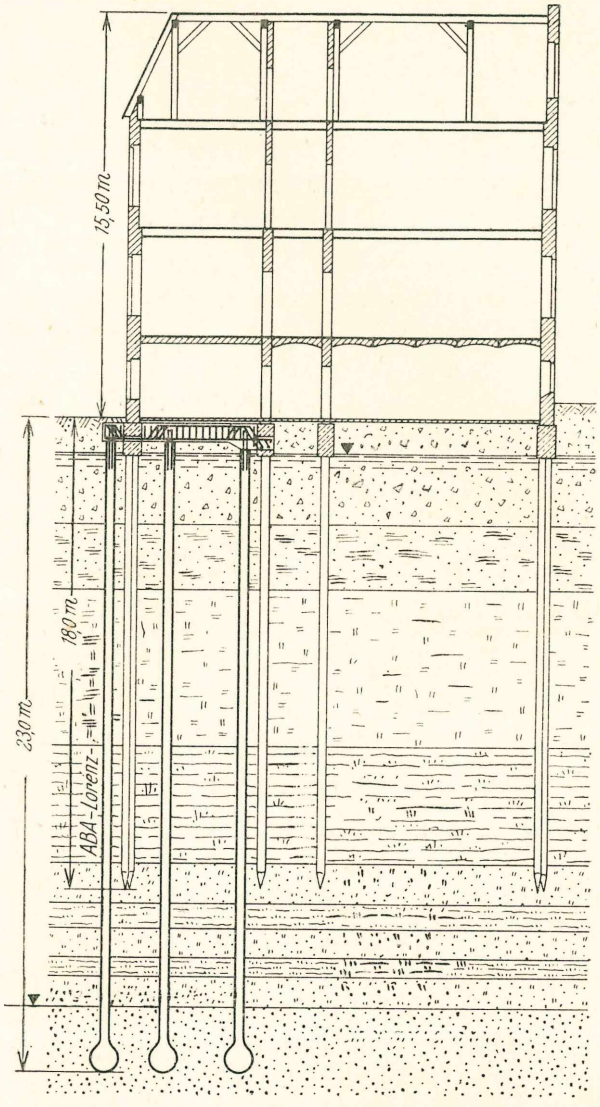


„Aba-Lorenz“ polis

1071 v.

Ant Aba-Lorenz polių stovįs Berlyne vienas pastatas matomas 1072 vaizde.

Šis keturių aukštų namas, bestovįs ant 18 m medinių polių, pradėjo kryptį į kiemo pusę, jo kieminis frontas nusmego per 30 cm ir atšlijo nuo skersinių sienų. Kad išgelbėtų namą nuo galutinės katastrofos, buvo suleisti į gruntą „Aba-Lorenz“ poliai iki 23 m gilumo ir viršum jų padėta gelžbetonio konstrukcija po 2-jomis smengančiomis sienomis. Tuo būdu namas buvo išgelbėtas.

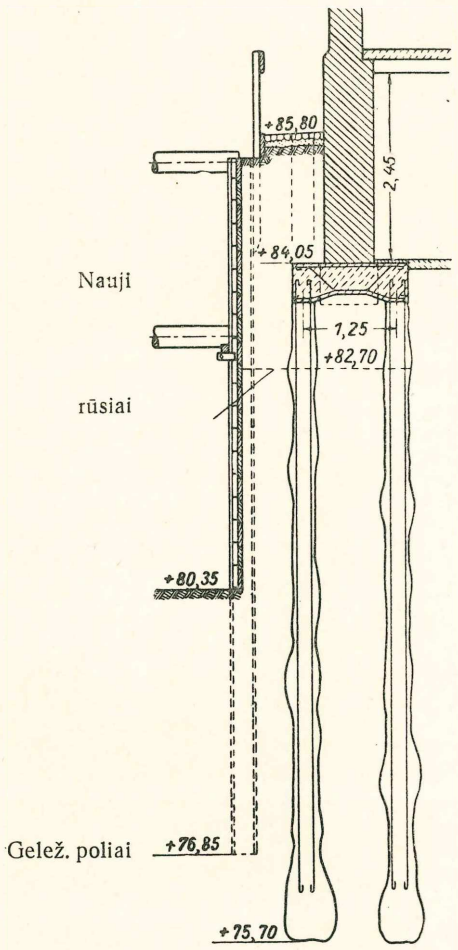


1072 vaizd.

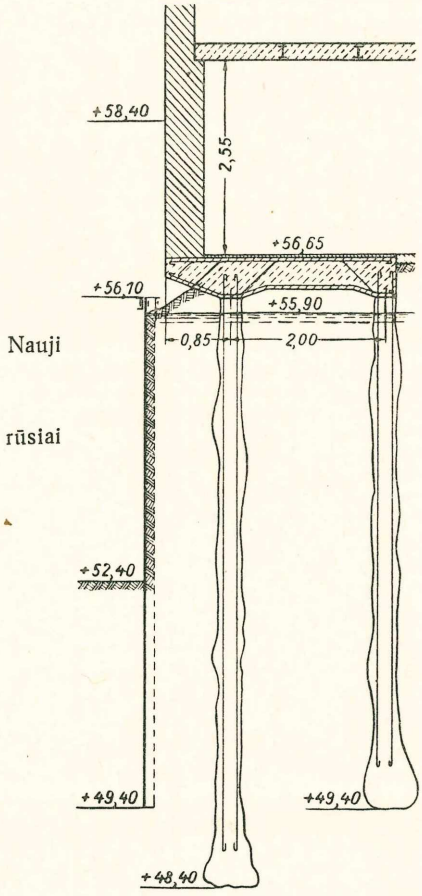
Klausimas, nuo ko galėjo sėsti pamatas, uždėtas ant ilgų (18 m), iki atsisakymo įkaltų medinių polių pagrindo, buvo ilgai nagrinėtas ir, atmetant mintį, kad per trumpą laiką sveiki geri poliai supūti galėjo, prieita išvados, kad dumblėto apatinio grunto (Schlick) elastiški sluoksniai pradžioje įtemptai laikė, o paskui deformavosi, paleido.

Lorenz'o gruntbandžiu su plokšte 50 cm^2 gręžimo skylėje surasta, kad vienetiniam 15 kg/cm^2 grunto slėgimui buvo 3,0 cm smegimas, kas duoda grunto skaičių (Bodenziffer) $C = 15\,kg/cm^2 : 3{,}0\,cm = 5\,kg/cm^3$ ($\sigma_{leist} = q_{leist} = {}^1/_3\, q_{max} \cdot C = {}^1/_3 \cdot 3{,}0\,cm \times 5\,kg/cm^3 = 5\,kg/cm^2$).

Kada šalia seno pastato reikalinga statyti naują gilesnį už seną per 2—4—6 m, o ypač esant vandeningam ar šiaip jau blogam gruntui, prie kurio trankymai ar sukrėtimai polių ar špuntų kalimais neleistini, tai vietoje ramiai padaromi poliai, kokie jie bebūtų — „Aba-Lorenz“ ar kiti, yra labai naudingi.



1073 vaizd.

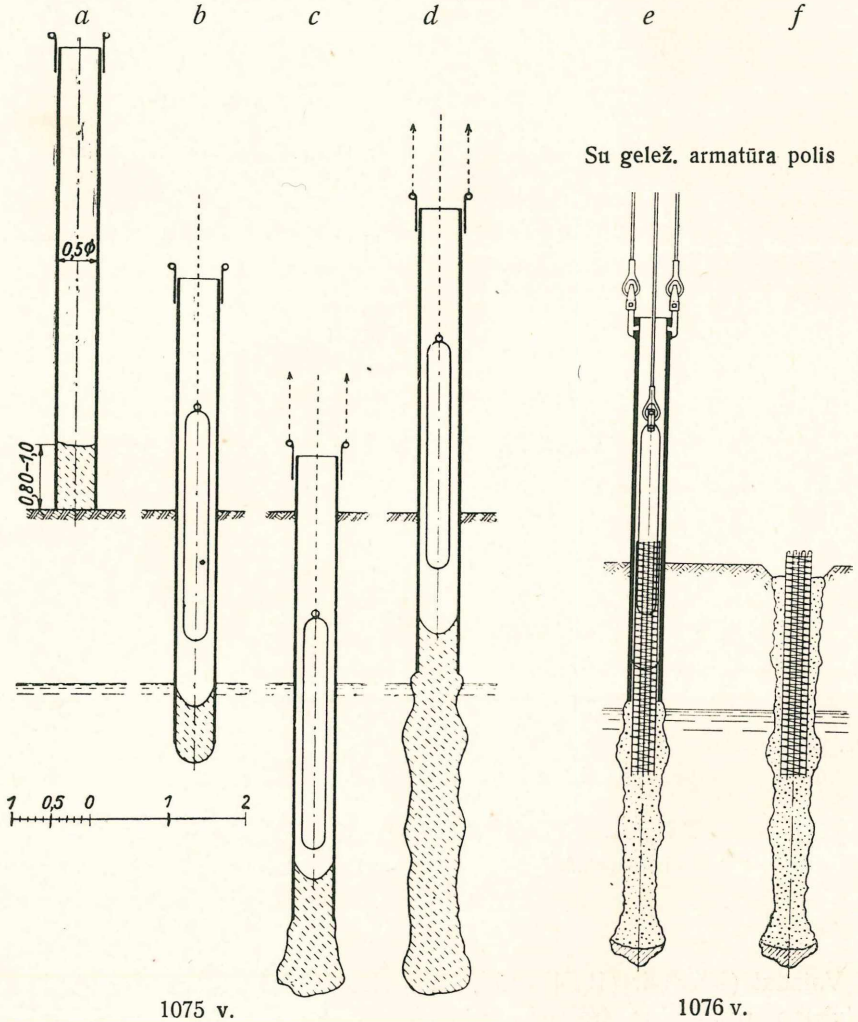


1074 vaizd.

Vaizdai (1073) ir (1074) rodo, kaip vietoje daromais poliais galima padėti tvirtus pagrindus trobesio pamatams. Pagal 996 v. poliai stovi iš abiejų sienos pusių su pamatus laikančia paprasta gelžbetonio plokšte, o pagal 1074 v. poliai stovi iš vienos sienos pusės su gembine gelžbetonio plokšte. Patys poliai taip pat gelžbetoniniai.

4. „Franki“ — kamščiapolis (Franki-Pfropfenpfahl, Düsseldorf): plieninis apyvamzdis (~ 0,5 m Φ ir $s = 2—3$ cm) statomas ant žemės (*a*), į jo galą įplūkiamas per 0,8—1,0 m drėgno šiurkštaus betono kamštis (~ 0,15—0,20 m^3), kuris vamzdžio gale sužadina didelę vidinę trinties jėgą ($T = \tau t/m^2 \cdot \pi d_m \cdot h_m \cong 3 \cdot 3.14 \cdot 0,5 \cdot 1 = 4,71^t$), jei suplūktą betoną, sukibusį su vamzdžio galu, sunkaus plūktuvo smūgiais mušti į žemę gilyn, tai varomas žemyn botono kamštis varo žemyn ir vamzdį (*b*); tuo būdu betono kamštis tarnauja polio (vamzdžio) smailagaliu, kuris dar sulaiko grunto vandenį nuo įsiveržimo į vamzdį ir leidžia sausai polį betonuoti.

„Franki“ — kamščiapolis

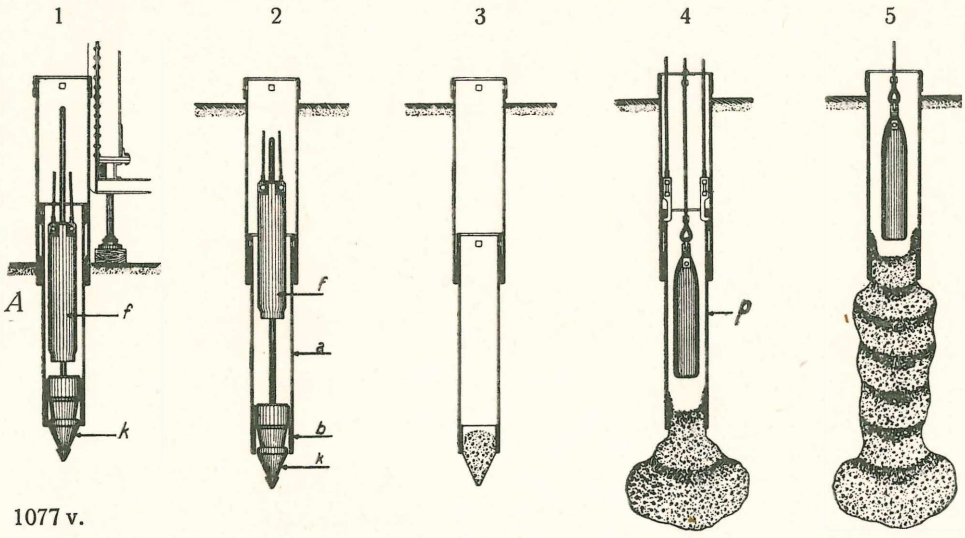


1075 v. 1076 v.

Kamštį kalant plūktuvu žemyn, jo dalis išmušama po vamzdžio galu, ir norint reikiamą vidinę trintį (T) palaikyti, reikalinga vamzdyje betonas papildyti; įsikalus iki patikimo grunto, keliais plūktuvo smūgiais pirmykštis betono kamštis su papildymais iš vamzdžio beveik visai išmušamas, praple-

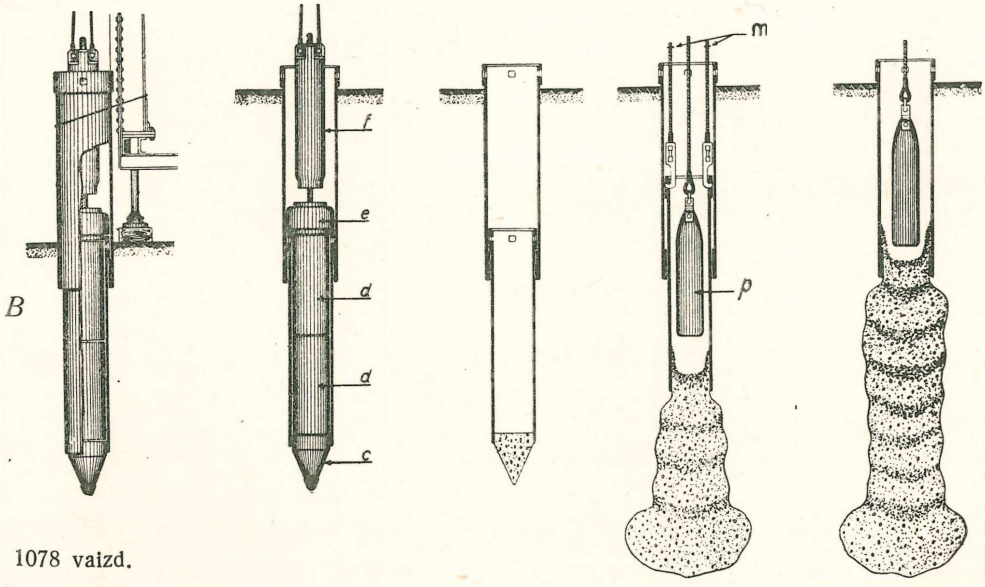
čiamas, kad gautų platų polgalį (Klumpfuss); po to plieno vamzdis po truputį keliamas atgal aukštyn ir užbetonuojamas; tai kartojant, vietoje suformuojamas tvirtas šiurkštus, daug keliąs — iki 90—100^t, nerodant smegimo žymių, polis (*c*, *d*). Reikalui esant įbetonuojama ir armatūra (*e*, *f*). Visa darbų eiga matoma iš 1075—6 vaizd.

„Franki"—polio variacijos A ir B



1077 v.

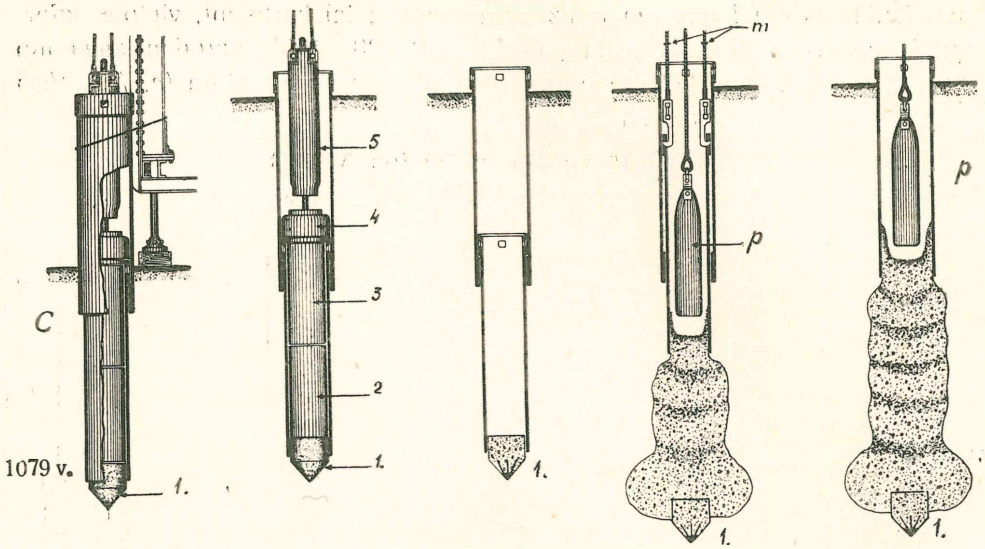
Išvidinis skylvamzdis apačioje turi viduje žiedą, į kurį remiasi metalinis polgalis *k* praplatintomis dalimis, kalamas į gruntą polgalio aukštu strypu slankiojančia meška *f*. Įkalus polgalį ir apyvamzdžius iki kieto našaus grunto, dalys *k* ir *f* išimamos ir pradedama betonuoti (3). Betonavimas atliekamas sunkiu plūktuvu *p*, keliant skylvamzdžius aukštyn. 1077 vaizd.



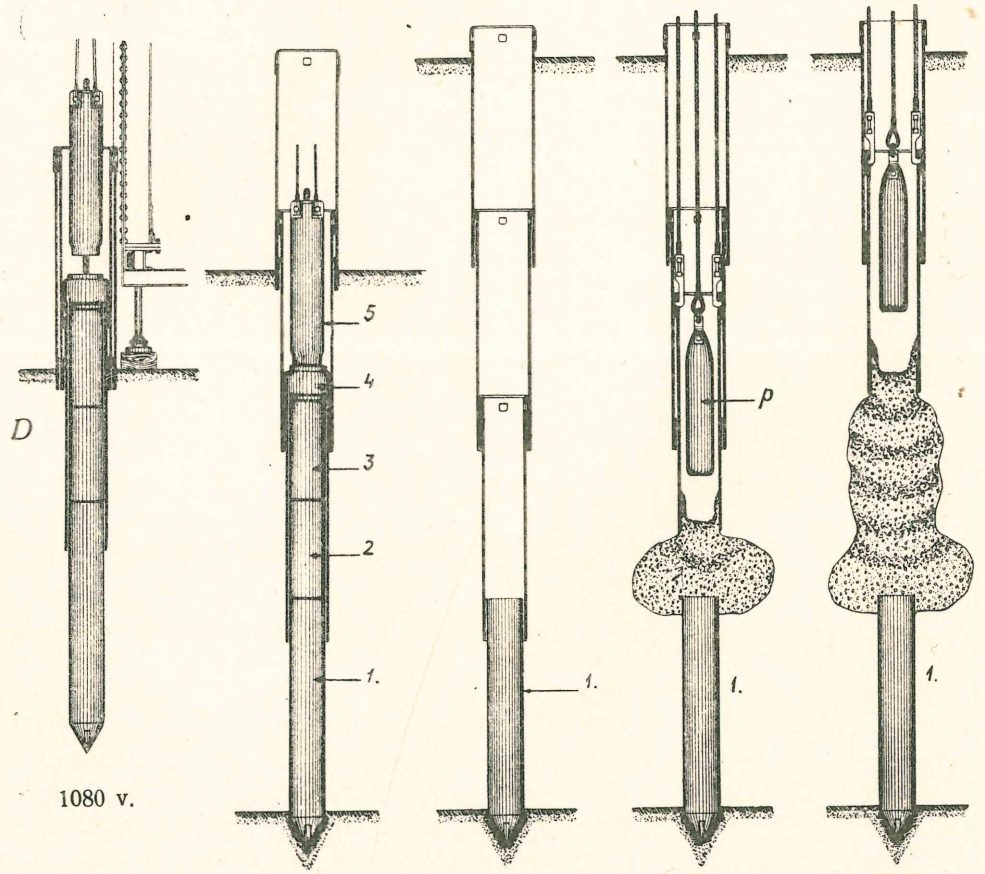
1078 vaizd.

Čia vietoje metalinio trumpo polgalio ilgas medinis polis *d*, *d* su apatiniu apkaustymu *c* ir viršutine metaline pameške *e*, kuri guli ant polio viršugalio ir išvidinio apyvamzdžio viršaus; išvid. apyvamzdis flanšu guli ant išor. apyvamzdžio galinio žied. flanšo. Įkalus strypu slankiojančia meška *f* polį ir apyvamzdžius iki našaus grunto, betonavimas atliekamas plūktuvu *p*, pamažu iškeliant apyvamzdžius trosais *m*. 1078 vaizd.

„Franki“ — polio variacijos C ir D



Cia polis turi gelžbetonio polgalį: 1, kuris, užbetonuojant, pasilieka polio apačioje. Medinis polis gali būti iš dviejų dalių, 2 ir 3; metalinė pameškė 4 ir metal. meška 5. Betonas poliui suplūkiamas plūktuvu p. 1079 v.



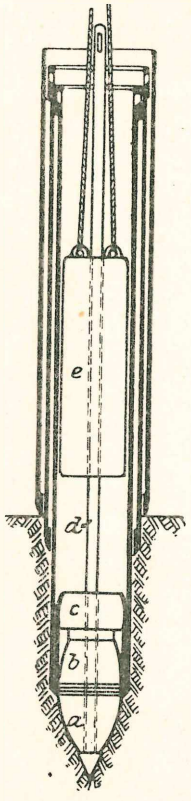
Čia visas medinis polis su apkaustymu, įkaltas iki kieto po vandeniu grunto, paliekama vietoje, o jo viršuje užbetonuojamas betono polis. 1080 v.

Franki polio, Tokio mieste 1926 daryto 100 t kelti, bandymas.

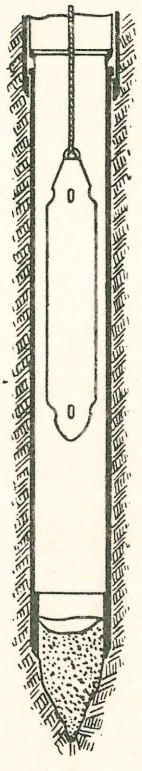
Laikas	Apkrovimas	Sėdimas	Pastaba
1926 gegužės 13	27 t	0 mm	$Q_o = \frac{1}{2} \cdot \frac{200+224}{2} = 106^t$
„ „ 16	78 „	0 „	
„ „ 17	100 „	1 „	
„ „ 18	135 „	2 „	Gruntas normaliai įsitempia
„ „ 24	160 „	3 „	
„ „ 28	185 „	4,75 „	
„ „ 29	200 „	5,25 „	Jau max. įtemptas
„ „ 30	224 „	6,15 „	
„ „ 31	230 „	8,00 „	Gruntas perkrautas

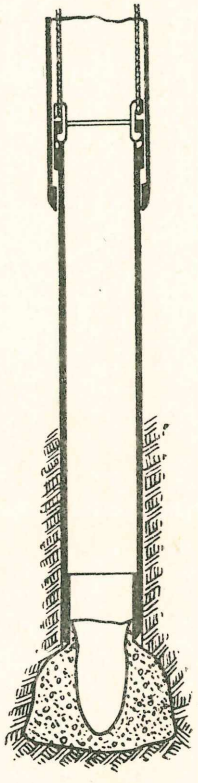
5. Inž. Wilhelmi daro plačiagalius polius, sprogdinant gruntą vamzdžio apačioje; po sprogimo betonas iš vamzdžio tuojau prasmenga plačiai žemyn ir suplūktas sudaro gerą poliui pamatą, tik tas būdas yra pavojingas.

6. „Frankignoul“ — teleskopinis polis (Teleskopartiger Pfahl). Šis betono ar gelžbetonio polių darymo būdas yra vienas tvirčiausių. Čia plieno vamzdis (žr. 1081 vaizd.) iš kelių sumaunamų, kaip teleskope, koncentrinių, iš vidaus flanšuotų vamzdžių, iš kurių pačiame siauriausiame vamzdyje ant jo žemutinio flanšo guli pritvirtintas kietas plieno kūginis polgalis bendros formos *a, b, c* (Treibkopf); per polgalį kiaurai pereina ašinis strypas *d*, sudarydamas patį polgalio užankeruotą smailagalį, kad juo, baigus kalti meškos (*e*) pagalba vamzdį, galima būtų iškelti polgalį *a, b, c* ir užbetonuoti betoninį ar gelžbetoninį polio kūną, leidžiant betoną ir veikiant plūktūvu, kaip parodyta 1082—3 v.



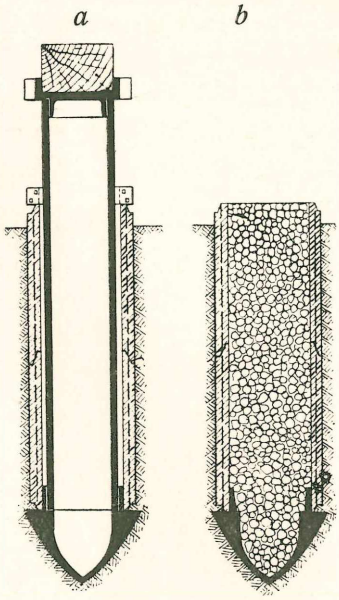
1081 vaizd.


1082 vaizd.


1083 vaizd.

„Frankignoul“ apyvamzdžio įrengimas labai sėkmingai vartojamas ten, kur reikia prasimušti pro kietus gruntų sluoksnius (akmengrunčius, skaldos ar akmenų nžpiltus sluoksnius, senus mūrus, uolos sluoksnius ir kt.).

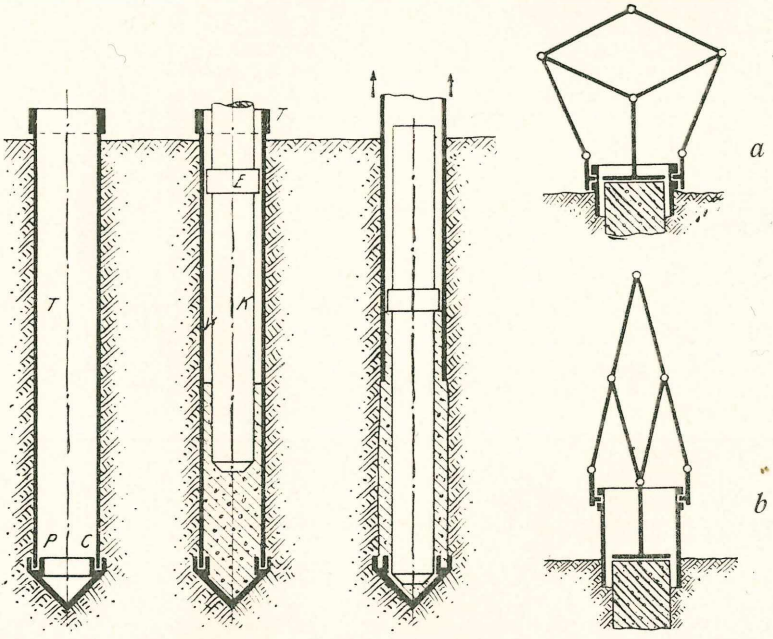
7. „Peerless“ — polis; jo apyvamzdžio platus plieno polgalis kalamas per apyvamzdį iš viršaus meška su pameške, paskui sumaunami gelžbetonio žiedai, ir iš jų sudarytas tuščiaviduris šulas užpildomas liesu betonu (žr. 1084 vaizd.).



„Peerless“ — polis

1084 vaizd.

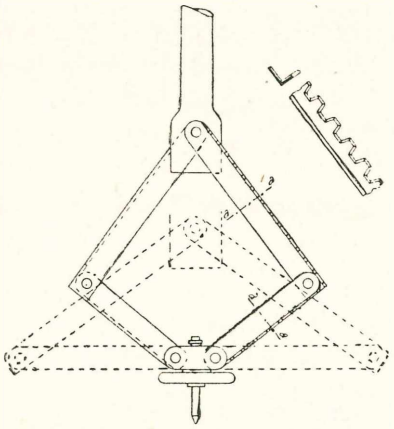
„Ridley“ — polis su plieno smailagaliu ir specialiu prietaisu skylvamzdžiui ištraukti



1085 v. 1086 v. 1087 v. 1088 v.

8. „Ridley“ — polis turi tvirtą plieninį polgalį *P — C*, į kurį įstatomas kiauravamzdis *T*, kuriuo, kaip pameške (žr. 1085 vaizd.), įgilinamas polgalis; įkalus, viršum polgalio vamzdyje užliejamas betonas, į kurį įspaudžiamas polis *K* su lanku *E*, prilaikančiu betoną, kada vamzdis keliamas aukštyn (žr. 1086 ir 1087 v.). Vamzdžiui ištraukti vartojamas specialus prietaisas (žr. 1088 *a* ir *b* v.v.).

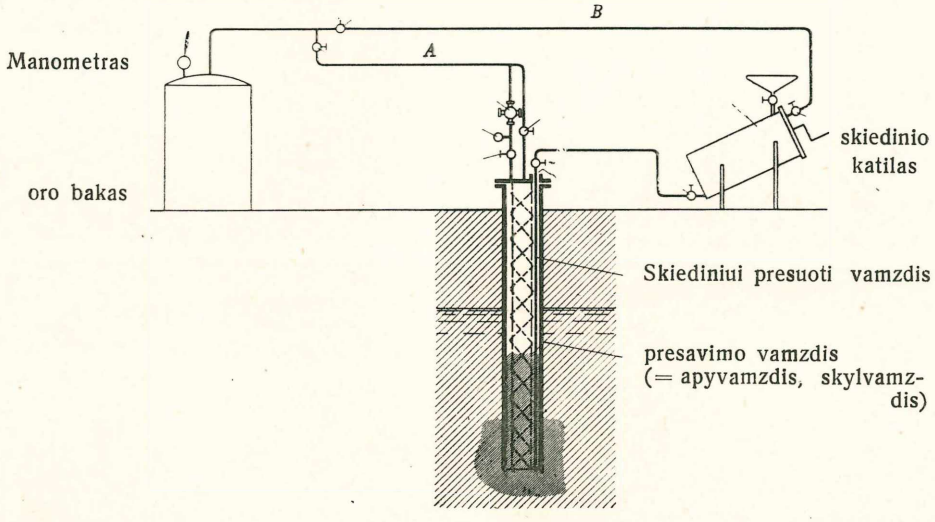
9. „G a u“ — polis (Gow-Pfahl) yra sudaromas taip: plieninis vamzdis (be polgalio) įkalamas į gruntą, gruntas iš jo išplaunamas, vėliau po vamzdžio galu gruntas išpurinamas tam tikru dantuotu, besiplečiančiu, besisukant grunte, suktuvu (žr. 1089 vaizd.) iš kampinės geležies; išpurintas gruntas vėl išplaunamas kaip ir iš vamzdžio. Tada jau betonuojamas apatinis platus polgalis (Klumpfuss) ir toliau palengva išvedamas visas polis, ištraukiant apyvamzdį.



1089 vaizd.

10. W o l f s h o l z'o p n e u m a t i n i s b ū d a s pagaminti polį (Druckluftbauweise, Presscementbau, A. G. Berlin). Pneumatinis polis (Pressbetonpfahl) yra gaminamas taip: įleidus apyvamzdį ir jį ištuštinus, pripilama žvyro per 4—6 m, paskui oro spaudimu iš žvyro išspaudžiamas vanduo, dažniausiai iš dalies į apačią, iš dalies per vamzdį į orą (atsukus viršutinį

„Wolfsholz“ pneumatinio aparato vaizdas



1090 vaizd.

kraną); po to, oro spaudimu per *B* ir cem. skiedinio vamzdį įpresuojamas į žvyrą cem. skiedinys, ir gautas betonas supresuojamas 5—10^{at} oro spaudimu per vamzdelį *A*; presuojant betoną, jo dalis išsispaudžia po vamzdžiu

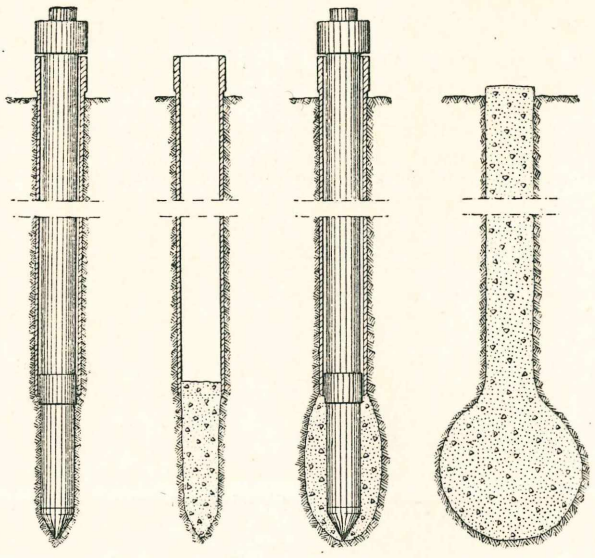
ir prasiplečia; polio apačią užpresavus betonu ir pakėlus per tą tarpą apyvamzdį, belieka maža grunto į apyvamzdį trinties jėga

$$\left(\downarrow T < \uparrow (5—10)^{at} \cdot \frac{\pi d^2}{4}\right)$$

ir presuojąs betoną oras pradeda vamzdį kelti aukštyn, spausdamas į apyvamzdžio viršutinį uždangalą (žr. 1090 ir 1091 v.v.).

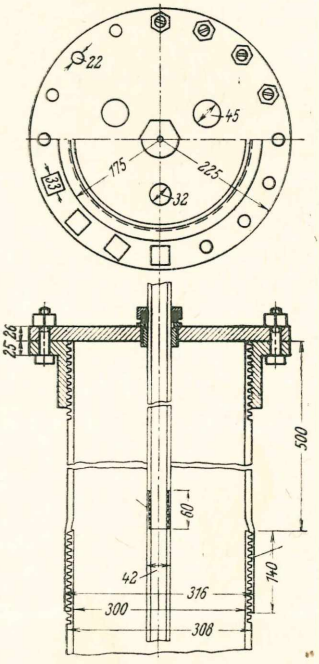
11. „Hunley-Abbott“ — piedestalinis polis (Pedestal-Pfahl) (žr. 1092 vaizd.). Hunley-Abbott vartoja savo poliui plieninį (su $s = 0{,}9$ cm) apyvamzdį ir ilgesnę už jį polgalinę pameškę. Polio formavimo darbo eiga matyti a, b, c, d vaizduose.

„Hunley-Abbott“ — polio darymo vaizdas



1092 vaizd.

Wolfsholzo pneumatinio vamzdžio viršutinis specialus galas

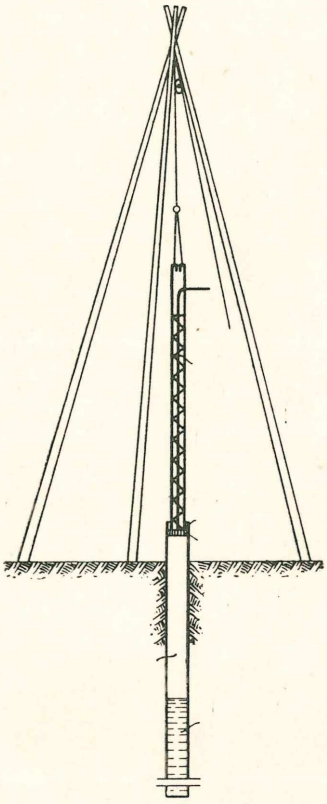


1091 vaizd.

12. Michaelis-Mast“ — polis padaromas hidraliniu presavimu su pagalba rankinio vandenpompio. Įgilinus apyvamzdį ir pašalinus iš jo gruntą, įleidžiama polio armatūra su apatine gelžbetonio plyta, per kurią praleistas dujavamzdžio galas. Trikojo su bloku pagalba ta armatūra su plyta ir dujavamzdžiu leidžiami į apyvamzdį gilyn (žr. 1093 vaizd.). Sutinkamas vanduo per dujavamzdį iškyla pats arba iščiulpiamas lauk, armatūra užliejama betonu, pašalinant ir dujavamzdį.

Gerai izoliavus viršutinį užbetonavimo galą nuo vandens (šlyno sluoksniu), uždėjus apyvamzdžiui iš viršaus germetišką gaubą su hidrauline žarna, rankiniu siurbliu varomas vanduo į pagaubį, pasiekiant čia spaudimą

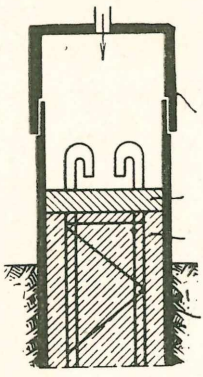
„Michaelis - Mast" — polio detalių ir jo padarymo darbų vaizdas



1093 vaizd.

Vaizde matome apyvamzdį (gręžvamzdį), leidžiamą polio armatūrą su apatiniu bet. kamščiu ir viduriniu dujų vamzdžiu.

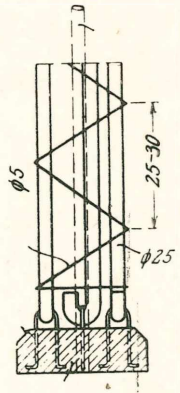
Per žarną vanduo spaudžiamas po gaubu



1094 vaizd.

Polio viršugalis. Matome polio užbetonuotą armatūra, viršum betono šlyno sluoksnis ir pagaubis

Dujų vamzdis



1095 vaizd.

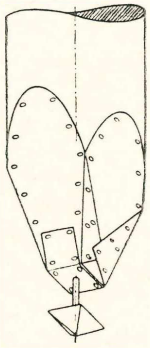
Apatinis polio kamštis, viršum armatūra ir viduryje dujų vamzdis

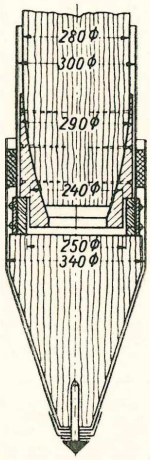
iki 35^{at}, kad per pašalinto dujavamzdžio apatinėje plytoje skylę (o plytai įsispaudus po apyvamzdžio galu ir per šonus) privaryti dar nesustingusio betono po apyvamzdžio galu. Didinant spaudimą, apyvamzdis kyla aukštyn, ir jis visai išimamas.

13. „Mast“ — polis (Beton u. Tiefbau-Gesellschaft, Berlin) susidaro iš 1—1.5—3 mm skardinio apvalkalo (32—40 cm ϕ) su 0,5—1,0 m ilgio

1097 vaizd.

„Mast“ — polio aštriagalis

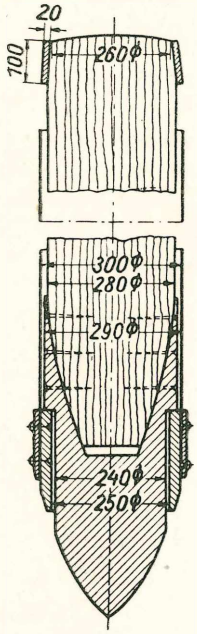




1099 vaizd.

„Michaelis-Mast“ polio smailagalis, leidžiąs išimti įkaltą polio vamzdį

Išvidinės pameškės viršugalis

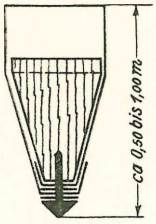


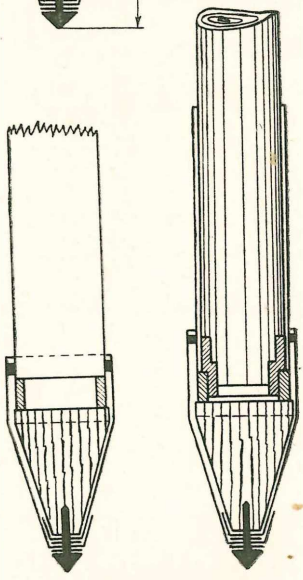
1100 vaizd.

Išvidinė pameškė (280 mm ϕ) beton-vamzdžiui (300 mm) įkalti

1096 vaizd.

Polio skardinis vamzdis su medžio-geležies smailagaliu



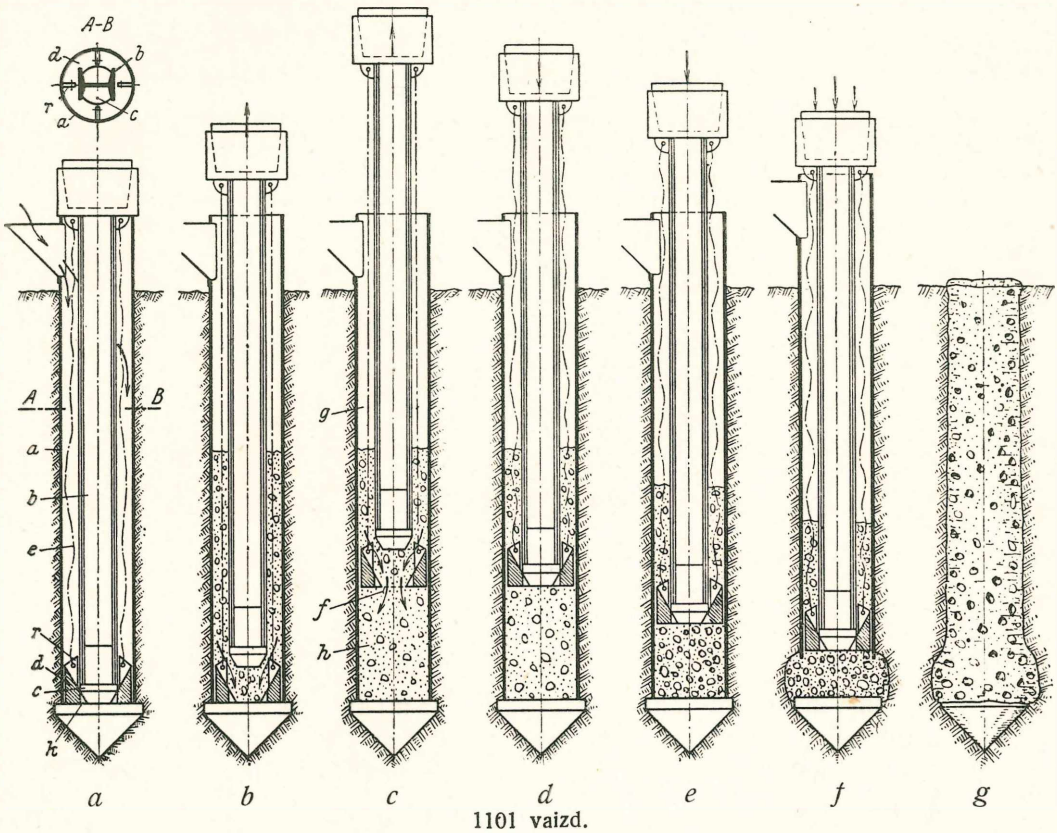


1098 vaizd.

Polio įkalami smailagaliai su ilga medine pameške, kuri, polio smailagalį įkalus, būna ištraukiama

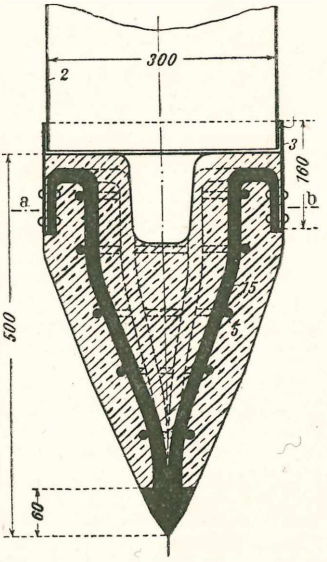
smailiu medžmetaliniu polgaliu arba skardiniu su metaliniu smailagaliu (žr. 1096—97 vaizd.); įkalus su įmaunamu vidiniu mediniu poliu, jis išimamas, ir jo vieta skardiniame apvalkale užbetonuojama (žr. kitus 1098, 1099—1100 vaizdus).

14. „Express“ — polis su apyvamzdžiu *a*, paliekamu padu *k*, žiedplukčiu *d*, dvitetine gaubmeške *b*, kėlimo trosais *e* ir *k* (žr *a*—*g* v.).



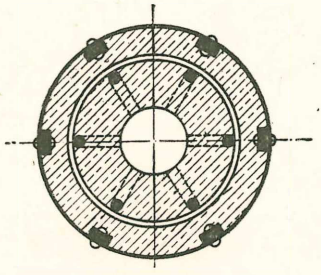
1101 vaizd.

15. „Janssen“ — polis vietoje „Mast“ polio medžmetalinio smailagalio turi gelžbetoninį smailagalį (žr. 1102—3 vaizd.).



1102 vaizd.

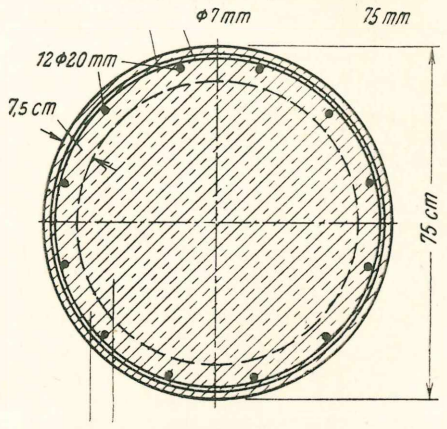
a—*b*



1103 vaizd.

16. Esti betono ir gelžbetonio polių ir daugelio kitų sistemų, pavyzdžiui, storpoliai moderniuose uostuose Fray-Bentos ir St. Nazaire. Fray-Bentos uosto polis matomas 1104 vaizde.

Fray Bentos uosto prieplaukos gelžbetoninio polio skerspiūvis

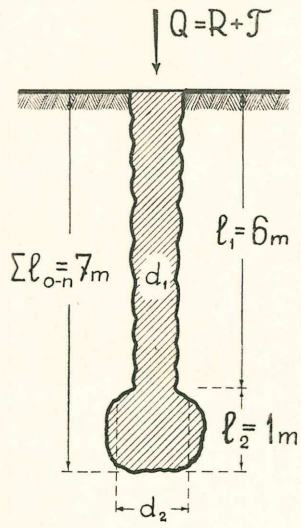


1104 vaizd.

Kadangi polis yra labai storas ($d = 0{,}75$ m) ir ilgas (~ 30 m), tai ekonomijos dėliai polio vidurys turi liesesnį betoną — 260 kg/m^3, o išorinis sluoksnis — riebų betoną, 450 kg/m^3. Šiems poliams kalti turėtas kaltuvas buvo 40 m aukščio, o meškos svoris $M = 10^t$.

Statybos vietoje betonuotų polių (Ortpfähle) kėlimo jėgos Q skaičiavimas.

Pavyzdžiui paimsime *Franki-polį*, kuris turi bendrą ilgį $\Sigma\, l_{o-n} = 7$ m, polio liemenį $l_1 = 6$ m ir jo vidutinišką diametrą d_1, poliaklumpio ilgį $l_2 = 1$ m ir jo vidutinišką storį d_2.



1105 vaizd.

Polio kėlimo jėga:

$$Q = \uparrow R + \uparrow T \text{, kur}$$

R — poliaklumpio reakcija (pasyvus grunto atspar.) — t ir T — polio liemens trintis į gruntą t.

Pagal Dörr turime:

$$R = \sum_{o}^{n}\left[\gamma_n \cdot F \cdot l_n \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\varphi_n}{2}\right)\right] \text{ ir}$$

$$T = \sum_{o}^{n}\left[\gamma_n \cdot \mu_n \cdot P_n\,(\operatorname{tg}^2 \varphi_n + 1) \cdot \left(\sum_{o}^{n} l + \frac{l_n}{2}\right) \cdot l_n\right],$$

kur: $o - n$ yra gruntsluoksnių eilė,

γ_n — eilinio gruntsluoksnio tūrinis svoris — t/m^3,

F — poliaklumpio skerspiūvis — m^2,

l_n — eilinio gruntsluoksnio storis (jame polio ilgis) — m,

φ_n — eilinio gruntsluoksnio natūralus kampas,

$\mu_n = \operatorname{tg} \varphi_n$ — eilinio gruntsluoksnio trinties koeficientas,

P_n — eilinė polio liemens apimtis [perimetras $= \pi\, d_n \cong$ $\cong \pi\,(0{,}6$ m $- 0{,}8$ m)],

arba eilinė poliaklumpio apimtis [perimetras $=$ $= \pi \cdot d_n \cong \pi \cdot (0{,}7 - 1{,}0$ m)].

Tegu: $d_1 \cong 0{,}6$ m; $\gamma_n \cong 1{,}6$ t/m^3; $\varphi_1 \cong 35^0$ (rupus smėlis);
$d_2 \cong 0{,}85$ m; $\gamma_2 \cong 1{,}8$ t/m^3; $\varphi_2 \cong 45^0$ (rupus aštrus žvyras);

tada: $F = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot 0{,}85^2 = 0{,}567$ m^2;

$P_1 = \pi d_1 = \pi \cdot 0{,}6 = 1{,}88$ m ir $l_1 = 6$ m;
$\operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\varphi_1}{2}\right) = 3{,}88$;

$\mu_1 = \operatorname{tg}\varphi_1 = \operatorname{tg} 35^0 = 0{,}7$ ir $\operatorname{tg}^2\varphi_1 + 1 = 1{,}49$;
$P_2 = \pi \cdot d_2 = \pi \cdot 0{,}85 = 2{,}67$ m ir $l_2 = 1$ m;
$\operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\varphi_2}{2}\right) = 5{,}82$;

$\mu_2 = \operatorname{tg}\varphi_2 = \operatorname{tg} 45^0 = 1$ ir $\operatorname{tg}^2\varphi_2 + 1 = 2$.

Todėl: $Q = \uparrow R + \uparrow T$ duoda:

$$R = \gamma_1 \cdot F \cdot l_1 \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\varphi}{2}\right) + \gamma_2 \cdot F \cdot l_2 \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\varphi_2}{2}\right)$$

$$= 1{,}6 \cdot 0{,}567 \cdot 6 \cdot 3{,}68 + 1{,}8 \cdot 0{,}567 \cdot 1 \cdot 5{,}82 = \mathbf{25{,}95^t}$$

$$T = \gamma_1 \cdot \mu_1 \cdot P_1 \cdot (\operatorname{tg}^2\varphi_1 + 1) \cdot \frac{l_1^2}{2} + \gamma_2 \cdot \mu_2 \cdot P_2 (\operatorname{tg}^2\varphi_2 + 1) \cdot \left(l_1 + \frac{l_2}{2}\right) \cdot l_2$$

$$= 1{,}6 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}88 \cdot 1{,}49 \cdot \frac{6^2}{2} + 1{,}8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 2{,}67 \cdot \left(6 + \frac{1}{2}\right) \cdot 1 = \mathbf{119{,}05^t}$$

$Q = 25{,}95 + 119{,}05 = \mathbf{145^t}$.

Įtempimas betone:

$$\sigma_{sp} = \frac{145^t}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} \cong \frac{145^t}{0{,}28\,\text{m}^2} \cong \frac{145000\ \text{kg}}{2800\ \text{cm}^2} \cong 52\ \text{kg/cm}^2,$$ kas plūktam

(darant Franki-polį su plūktuvu 2—3 t) betonui laikinai yra leistina.

Jei polis vienodo diametro, tai polio atsparumas bus:

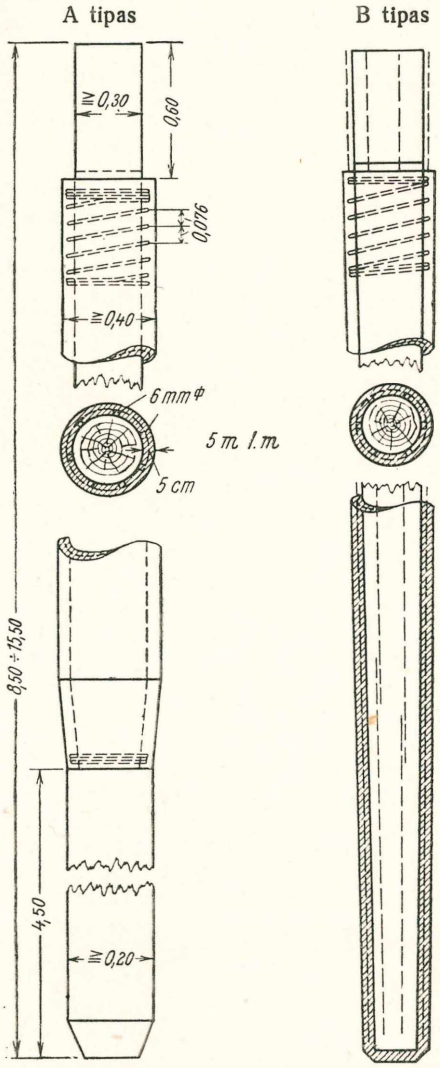
$$\mathbf{Q = R + T = \gamma \cdot F \cdot l \cdot \operatorname{tg}^2(45^0 + \varphi^0/_2) + \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot \gamma \cdot (\operatorname{tg}^2\varphi^0 + 1) \cdot P \cdot l^2},$$ kur

$\mu = \operatorname{tg}\varphi = 0{,}1$ (dumblas); 0,2 (šlapias molis), 0,3 (šl. smėlis, drėgnas molis), 0,4 (drėgnas smėlis, žvyras, sausas molis), 0,5—0,7 (sausas sm.—žv.).

Žr.: Brennecke-Lohmeyer, 4-te Aufl. B I S. 191—2; 1927. Berlin.

c) Polių apsauga

1. Kad medinį polį sulaikytų nuo vandens kenkėjų ar šiaip nuo sunykimo, jį, apklojus vieliniu tinklu, galima apvilkti gelžbetonio 5 cm sluoksniu; armatūrai imamas apvalkalinis tinklas arba stora viela apie 5—6 mm ir jąja vijokliškai apvyniojamas visas polis arba tik ne mažiau kaip keturis kartus apačioje ir ne mažiau kaip 12 kartų viršuje kas 7,6 cm (žingsnis). Galima pavartoti dar ir vertikalią armatūrą iš 10 mm ϕ geležies (žr. 1106 vaizd.).



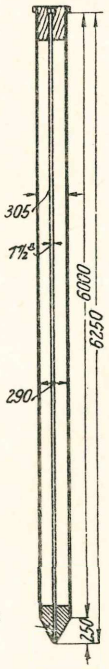
1106 vaizd. 1107 vaizd.

Uoste T a c o m a poliams 8,5—15.5 m ilgio buvo pavartotas Torkretbetonas ir ištisai apklojant polį nuo apačios iki viršaus (žr. 1106 vaizd.) ir paliekant įkalamą po vandeniu į gruntą dalį (4,5 m) neapdėtą (žr. 1107 v.); čia įkalamasis polio viršugalis buvo paliekamas betonu neapklotas; įkalę galą, nupiaudavo, palikę tik 4 cm viršum betono; šviežiai piautą galą uždengdavo dervine papke ir po to baigdavo užbetonuoti polio viršugalį, kaip viršutinė konstrukcija reikalavo.

Jei norima, kad gelžbetonio neveiktų jūros vandens chemikalai bei moliuskai, tai gelžbetoninius polius, kaip ir medinius, impregnuoja uždaruose katiluose, darydami vakumą ir spaudimą, kaip tai buvo atlikta Los Angeles uoste.

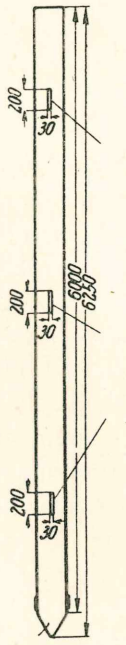
2. Ackermann'o polis turi smailagalį iš skardos arba iš ketaus (masyvinį). Smailagalis iš skardos — prišveisuotas prie polio skardavamzdžio, turinčio vidinį diam. 29 cm ir išorinį diam. 30,5 cm. Ketinis smailagalis vartojamas kietuose gruntuose. Poliai įgilinami išvidiniu įkalimu.

Ackerman'o polis su ketaus masyv. galu



ketaus masyv. galas

1109 vaizd.



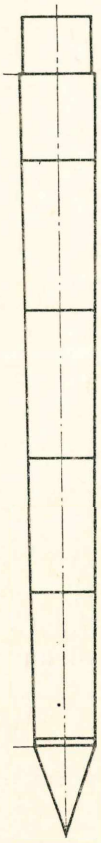
Ackerman'o polis su skardiniu galu

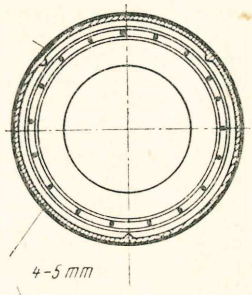
Šiurkštūs kabliai, kad polio skardinis apvalkalas nesitrauktų aukštyn.

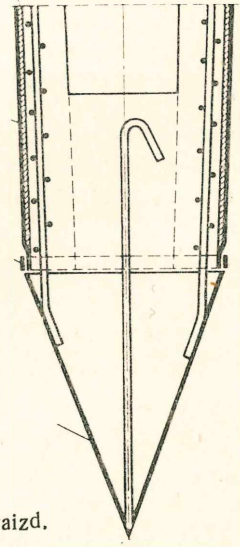
1108 vaizd.

skard. galas

„Dyvidag-Schleuder-beton — polis



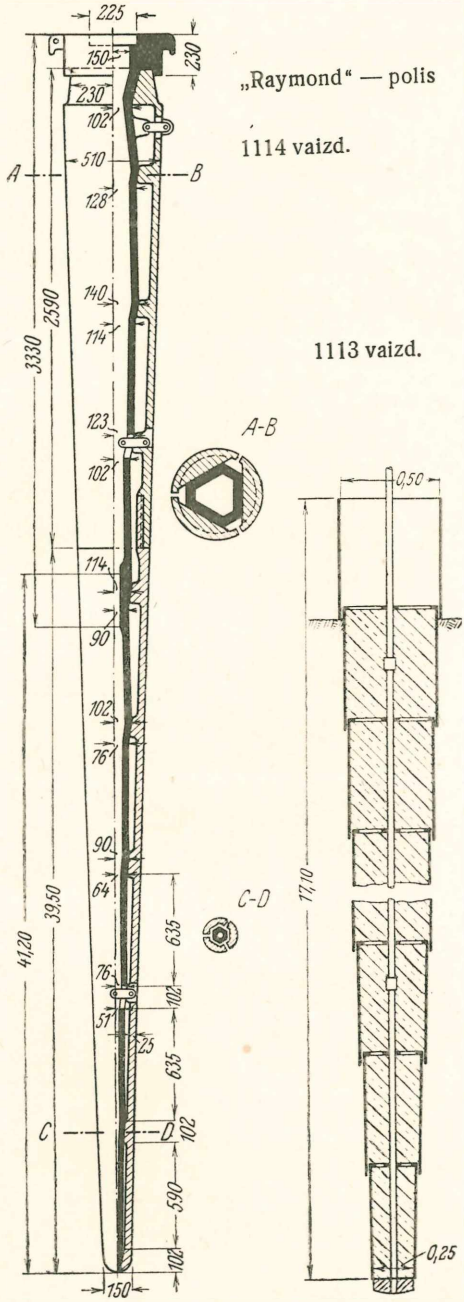


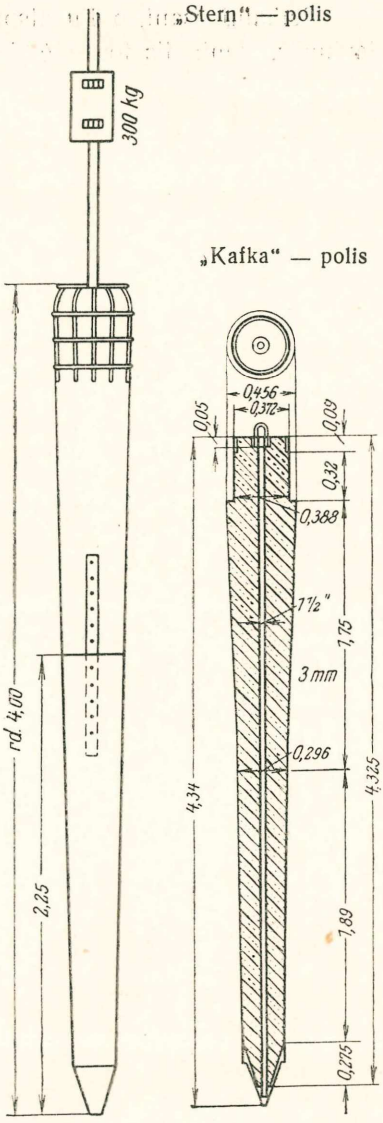


1110 vaizd.

3. „Dyvidag-Schleuderbeton" — polis yra padengtas bituminiu 4—5 cm storio apvalkalu ir iš viršaus aptrauktas lakštine skarda. Polio smailagalys iš kalvinės geležies, viršum sutrauktas žiedu iš juostinės geležies.

4. „Stern“ polis turi skardinį apvalkalą iš apatinėje dalyje plonesnės kaip 3 mm ir viršutinėje storesnės kaip 4 mm. Kaip atrodo, reikia žiūrėti 1111 vaizdą su kalimo meška 300 kg ir paplovimo vamzdžiu. Šį tipą Kafka pagerino pagal 1112 v.





1111 vaizd. 1112 vaizd.

5. „Raymond“ — polis susideda iš eilės susimaunamų kūginių (teleskopinių) vamzdžių, įkalamų vidurinių trikampiniu metaliniu šerdiniu (žr. 1113—4 vaizd.). Paskui, šerdinį ištraukus, užbetonuojama.

Reikalui esant, polių atsparumas spaudimams tikrinamas kolonų skaičiavimais, remiantis formulėmis:

$$1)\ \text{centr. slėgimui}\ \sigma_{sp} = \frac{P}{F} = \frac{P}{F_b + 15 F_e} \leqslant \sigma_b,$$

$$\text{kur}\ \sigma_b = 35^{at}.$$

Jei mažiausias šulo storis b viršija $\frac{l}{15}$, tai reikia dar išskaičiuoti min. skerspiūviui reikalingą inercijos momentą J_{min} taip:

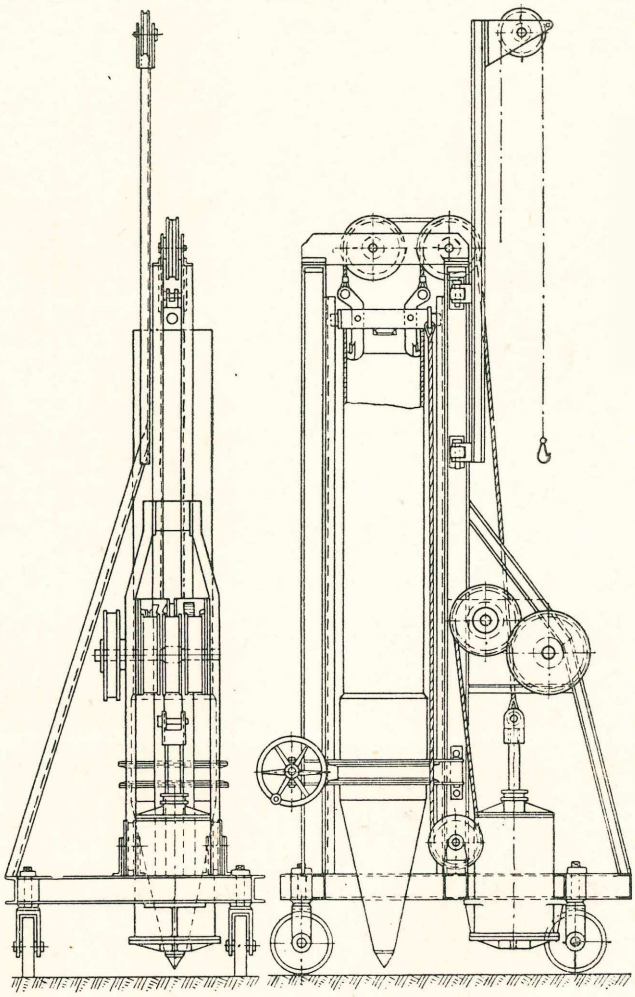
$$\cdot\ J_{min} = 70 \cdot P\, l^2 \leqslant J$$ — tikrumoje turimo.

$$2)\ \text{ekscentr. slėgimui:}\ \sigma = \frac{P}{F} \pm \frac{M}{W} = \sigma_{sp} \pm \sigma_{lauž.} \leqslant \sigma_b,$$

$$\text{kur}\ \sigma_b = 35^{at}.$$

Pastaba: Vibruotam betonui kiti duomenys.

Vietoje betonuojamų polių (Ortpfähle) grunte skylėms daryti ir joms užbetonuoti Stern'o mašina
(die Grundkörpermaschine).

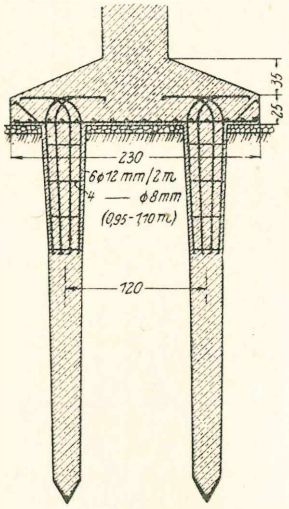


Užpakalinis vaizdas Šoninis vaizdas

1115 vaizd.

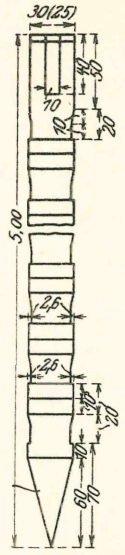
Vietoje betonuojamų polių (Ortpfähle) grunte skylėms daryti ir joms užbetonuoti, tarp kita ko, yra vartojama statybininkams žinoma Stern'o mašina (die Grundkörpermaschine von Stern, žr. 1038 vaizdą). Svarbiausią jos dalį sudaro skardinis skylvamzdis, turįs apačioje 70 cm aukščio ir 53 cm išorinio diam. movą su gilinimosi kūgiu ir apatiniu ketaus smailagaliu; vamzdžio viduje yra kitas betonui vamzdis 9 cm diam., kuris savo apatiniu galu įeina į ketinį kūgio smailagalį ir gilinimo metu laikosi pridengtas. Viršum

Pamato plokštė ant Stern'o polių.



1116 vaizd.

Kada norima, kad polis neišsitrauktų, tai vartojamas **ankerinis polis.**



1117 vaizd.

kūgio apie betono vamzdį slankioja sunkus metalinis cilindras — meška (1,05^{t}) ir visą skylvamzdį su kūgiu gilina į gruntą. Pasiekus atsparų gruntą, skylvamzdis su kūgiu pakeliamas, o per betono vamzdį leidžiamas betonas ir stipriai suplūkiamas skylvamzdžiu su kūgiu ir meška (2,2^{t} bendro svorio). Tuo būdu betonas gerai užpildo visą grunte skylę, gerai suspaudžia apimtinį gruntą, su juo susijungia ir sudaro tvirtą, našų, vietoje betonuotą polį.

Betono darbai

Betonas ir jo savumai, betono inertinių medžiagų — smėlio ir žvyro granulometrija, gerų betonų pavyzdžiai, betono kitėjimai (traukimasis, išpurtimas, temperatūros į betoną veikimas, gelžbetonyje vidiniai įtempimai, betono nuo išorinių jėgų veikimo susitraukimas ir ištįsimas), betono gaminimo procesai, betono proporcijų lentelės, medžiagų sijojimas, betono konsistencija, įvairių cementų charakteristikos lentelė, skiediniams ir betonams gaminti kai kurios mašinos yra plačiau išdėstyti J. Šimoliūno Statyboje, I t., 57 – 92 psl., ir todėl čia — betono darbuose — bus daugiausia kalbama, kaip betoną leisti į darbą, kaip betono darbus atlikti sausumoje ir po vandeniu, švariose ir betonui kenksmingose vietose, kas padarytam betonui kenkia ir kaip jį apsaugoti.

Vis tik pradžiai reikia trumpai prisiminti svarbesnes betono tyrinėjimų išvadas, būtent:

1) Sudarant betoną, kreipti tinkamą dėmesį į jo granulometrinį sąstatą (betonui imamų medžiagų — smėlio, žvirgždų ar skaldos — rupumų nustatymą ir tvirtesnės jų proporcijos parinkimą tame pat cemento kiekyje).

   Pastaba: Betono granulometrijai vartojami sietai su akutėmis:
   1) lietuvių ir vokiečių sietai turi akutes: 0,2; 1,0; 3,0; 7; 15 ir 30 mm
   2) rusų: 0,15; 0,3; 0,6; 1,2; 2,5; 5; 10; 20; 40 ir 50 mm
   3) čekoslovakų: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 4: 7; 15 ir 30 mm
   4) austrų: 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 8; 12; 18; 25 ir 30 mm.

2) Įvairiems darbams taikyti tinkamesnes betono proporcijas pagal praktikos duodamas lenteles arba svarbesniems darbams atskirai nustatomą proporcija ($l_c : n_{sm} : m_{sk}$) per vietos laboratoriją; betonui medžiagos — cementas, smėlis, skalda — turi būti geros rūšies ir švarios.

3) Betonui vandens imti tiek, kiek reikia sukietėjimo procesui $\left(\frac{q_v}{q_c} \cong \cong 0{,}25 -- 0{,}5\right)$ ir darbo aplinkybėms: plūkiamam arba drėgnam betonui mažiau $\left(\frac{q_v}{q_c} \cong 0{,}4\right)$, minkštam daugiau ($W \cong 0{,}75$), gelžbetoniui su reta armatūra ($W \cong 0{,}85$), liejamam betonui loviais dėl gelžbetonio tankesnės armatūros daugiau $\left(\frac{q_v}{q_c} \simeq 0{,}9\right)$ ir skystam betonui dėl paprasto gelžbetonio imama dažnai perdaug vandens $\left(\frac{q_v}{q_c} = 1—1{,}4\right)$. Gelžbetonio žinovas prof. Saliger bendrai ima $\frac{q_v}{q_c} = 0{,}4—1{,}0$.

4) Jei betonas (l_c : n_{sm} : m_{sk}) maišomas rankiniu būdu, tai pirmiausia turi būti sausai sumaišytas cementas su smėliu (l_c : n_{sm}) iki visai vienodos pilkos masės, o paskui permaišytas, palaistant vandeniu (iki čia nustatytos normos pagal 3 p.) ir pridedant skaldos (m_{sk}) ar žvirgždų ($m_{žv}$); jei maišoma mašina, tai į maišiklį supilama iš karto visa medžiaga ($l_c + n_{sm} + m_{sk}$) ir maišant palaistoma vandeniu iki normos pačiame maišiklyje; betono maišymas (1 min) betonierėse yra geresnis, daug vertingesnis: betonas gaunamas tvirtesnis per 25—50% už gerai rankomis išmaišytą (4 kart sausai + iki 6 kartų palaistant); kadangi tos pačios proporcijos betono tvirtumas priklauso nuo pridedamo vandens kiekio (q_v sulig svoriu), tai tinkamiausia q_v turimų darbams medžiagų rušims reikia nustatyti pavyzdžių gaminimu ir jų tvirtumo bandymu.

5) Betonas, kietėdamas ore, susitraukia, o kietėdamas vandeny — kečiasi; todėl aišku, kad kombinuotas betono laikymas vandeny (arba ore sudrėginant — užklojant šlapiais maišais, šlapiomis piūvenomis arba drėgnu smėlio sluoksniu) ir ore yra naudingas, nes čia kėtimosi ir traukimosi deformacijos kompensuojasi, betono tūris gaunamas vidutinis, pastovesnis; sausesnis betonas deformuojasi mažiau, šlapesnis — daugiau; pirmose kietėjimo dienose (7—28 d.) betonas deformuojasi žymiau, tolimesniame laikotarpy (28 d. — 4 metai ir toliau) deformuojasi vis menkiau (betonas 1_c : 2_{sm} : 3_{sk} ore: drėgnas po 7 dienų davė — 0,00004, po 28 dienų rodė susitraukimą — 0,00014, po 90 d. rodė — 0,00021; skystas per tuos pačius laikotarpius davė: — 0,0001, — 0,00011, — 0,00020).

6) Nuo temperatūros (1°C) betonas taip pat deformuojasi ir turi ilgėjimo koeficientą $\alpha \cong 0{,}00001$, arba 0,01mm/m, tai yra beveik tą patį geležies koeficientą 0,000012.

7) Kaitra veikia betoną daugiau, negu plytų mūrą, nes betonas turi $\lambda = 1—2$, o mūras $\lambda = 0{,}7—1{,}0$; skaldininis betonas yra ugniaatsparesnis už žvyrbetonį; juo betonas liesesnis, koriuotesnis ir senesnis, juo jis yra ugniai atsparesnis.

8) Betono medžiagų nešvarumo klausimu reikėtų neišeiti iš šių praktikuojamų ribų:

   a) rusai šlynu (Топ, глина) laiko 0—0,005 mm ϕ ir leidžiama 2—3% ir dulkių 0,005—0,05 mm ϕ 2—2%;

   b) vokiečiai (geležinkelių A M B) laiko, kad šlyną sudaro išplaunamos dalys 0—0,009 mm ϕ ir leidž. tik 2% sulig svoriu geležinkelių pastatams ir 3% ne geležink. pastatams;

   c) prof. Jodelė molio priemaišų leidžia iki 5—10%.

Smulkiosios medžiagos (šlyno) priemaišų mažesni kiekiai net gelžbetoniui nėra kenksmingi. Lietuvoje gelžbetonio ir betono darbų sąlygomis, atrodo, be pavojaus galima leisti šlyno (0,0001 — 0,005 mm ϕ) priemaišų iki 2—5%, iki 12% abejotina, o daugiau kaip 12% neleistina.

9) Sustingstančio kietėjančio betono temperatūra (t^0) kyla: su paprastu cementu ~ 19° C (betonas kietėja daug metų), su aukštos rūšies cementu (betonas kietėja 28 dienas) iki 40—50° C ir lydytos medžiagos, arba aliuminatiniu cementu (Schmelzzement — Tonerdecement) kyla iki 100° C (betonas sukietėja per 24 val.). Cementai su didesne kylančia temperatūra leidžia dirbti didesniame šaltyje.

10) Iš maišo suberto ir sukratyto cemento tūrinis svoris priimamas: portl. cemento 1300 — 1400 kg/m³ (betonas 1 : 3 po 7 d. turi $\sigma_{sp} = 120^{at}$), aukštos kokybės portl. cemento 1450—1500 kg/m³ (po 2 d. betonas turi $\sigma_{sp}=250^{at}$), aliuminatin. cementas 1600—1650 kg/m³ (po 24 val. jo betonas $1_c : 3_{sm}$ turi $\sigma_{sp} \cong 434^{at}$; po 7 d. $\sigma_{sp} \cong 599^{at}$, po 90 dienų — $\sigma_{sp} \cong 784^{at}$).

11) Paprastas, normaliai kietėjąs portlandcementas (yra ir skubiai stingstąs — iki 5 min., greit stingstąs — per 0,25—0,2 val. ir lėtai kietėjąs — per 3—12 val.) vartojamas daugiausia civilinės statybos darbams sausumoje ir švariame vandenyje; aukštos rūšies p. cementas (Hochwertiger Portlandzement) — kai reikalinga, kad betonas greit sutrauktų (apie 1 val.), būtų tvirtas (po 2 d.: $\sigma_{sp} \cong 250 - 300^{at}$; po 28 d.: $\sigma_{sp} \cong 550 - 600^{at}$) ir kad greit baigtųsi betono kietėjimo deformacijos (po 28 dienų); brangus lydcementis (aliuminatinis cementas, Schmelzzement—Tonerdecement), kada reikia greit (sukietėja per 24 v., turi $\sigma_{sp} \cong 400—435^{at}$), kada vanduo nešvarus, užterštas — jūros vanduo, balų vanduo, kur dūminės dujos ir sieros junginiai (čia geras ir aukštakrosnis cementas Hochofenzement), kada reikal. skubus didelis atsparumas (betono ir gelžbetonio poliai ir kt.) ir kada reikia dirbti didesniame šaltyje, kaip, pavyzdžiui, su grunto užšaldymo būdu darbais (Gefrierverfahren).

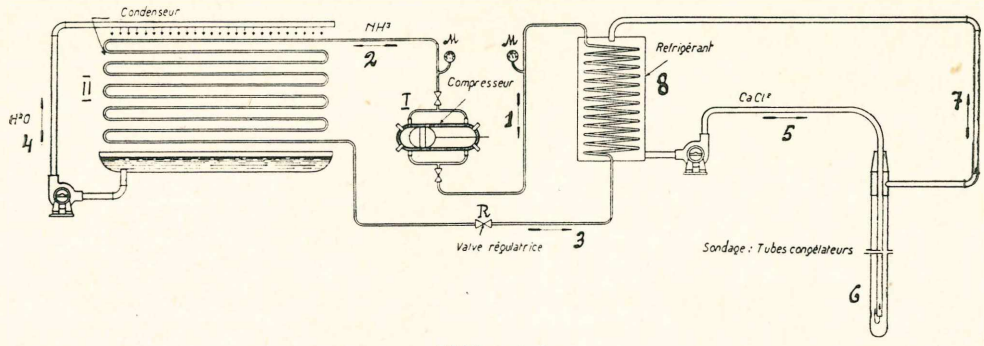
12) Šalčio metu betono darbus atliekant, reikia imtis tam tikrų priemonių:

a) kada temperatūra nuo 0° iki —3° C, tai dar galima dirbti su paprastu portl. cementu, tik betonavimo darbą reikia daryti skubiai, imti riebesnę proporciją, norint gauti stingimo didesnę temperatūrą; gerai yra vartoti pašildytą vandenį, šiltesnius klojinius, betoną pridengti maišais ar kuo kitu;

b) kada temperatūra nuo — 3° C iki —10° C, tai reikia šildyti vandenį, dėti druskos (NaCl), darbo vietą pridengti (jei

galima); toliau gali būti vartojama kalcinė soda (Kalzinierten Soda, žr. Quietmeger: der Grund- und Gerüstbau, 1925/H.7. S. 62), kalcio chloridas (Kalciumchlorid $CaCl_2$), kuris pagreitina kietėjimą, bet, nerūpestingai betonuojant, duoda apie geležį dažnų tuštumėlių (reikalinga geležis be apledėjimų); dabar yra vartojami ir specialūs chemikalai: Tricosal S. III, „Trepini", „Solifast — Frostschutz", „Polarplast", „Antifrosto" ir kt. Vien lydcemenčiu (Rollandshütte) betono ir gelžbetonio darbus galima vykdyti -10^0 ir -15^0 C temperatūroje.

c) kada gilių pamatų, šachtų, tunelių (Paris, Antwerpen, London, New-York ir kt.) darbai atliekami grunto užšaldymo pagalba temperatūroje apie -20^0 C (skystas amiakas) arba apie -24^0 C nuo šaldančio chlorkalcio šarmo (Chlorkalciumlauge), tai betoną reikia izoliuoti nuo perdaug šalto užšaldyto grunto, darant tarp jo ir betono izoliaciją iš kokios nors izoliacinės me-



1118 vaizd.

džiagos: organinių — kamštinės medžiagos (Kork), vailoko (Filz), šiaudų (Stroh), durpių (Torf), piūvenų (Sägespäne), medvilnės (Baumwolle) ir t.t. ir neorganinių — šlako, bimsžvyrio, kizelguro, asbesto, gipso, stiklavilnės (Glaswolle); izoliacijai labai tinka įvairios izoliacinės plytos — durpiaplytės, insulit, celotex, xylotekt, enso, upson, bikorma, expansit, asbestit ir t.t.

Patį betonavimo darbą atliekant, reikia gerai betoną suplūkti — sukietinti, suspaudžiant jį iki tūrio sumažėjimo 5%—12%; betonas bus tvirtas, kada jo rupios dalys suartės taip, kad remsis viena į kitą, o smulkios užpildys jų visus protarpius. Drėgnas betonas masyvams reikia plūkti, iki pasirodo viršum betono išspaudžiamas eementinis skystis, o plastiškas (tiršta košė) ir skystas (skysta košė) gelžbetoniui yra reikalingas gerai sukrėsti, sumaišyti tarp armatūros, sukietinti—suplūkti ilgakočiais geležiniais plūktuvėliais, arba sutrankyti, arba sudrebinti (rütteln) drebintuvais (vibratoriais), kad betonas kiek galima daugiau sutankėtų.

Betono sudrebinimas arba sukratymas, vibravimas duoda geriausius rezultatus (žr. Stützmauern, Grundbau von O. Mund u. O. Colberg, Handbuch für Eisenbetonbau 4-te Auflage, 4-ter Band, 1936, Berlin; herausgeben von prof. F. Emperger, Wien.).

Drebintas, suplaktas, betonas (Der Rüttelbeton) daromas drebintuvais, kad pasiektų storoje betono masėje betono šiurkštesnių rupių dalių susiglaudimo ir švelnesnių smulkių gero susiplakimo bei protarpių užsipildymo; nuo per didelio, per ilgo vibravimo, kenkiančio stingimui, gaunasi pervibruotas (durchgerüttelter, pervibrierter Beton) blogesnis betonas, todėl pervibravimo reikia vengti (žr. 1124 vaizd.). Betono išorinis vibravimas daromas per klojinius (ploni perdengimai, kolonos, sijos), pritvirtinant prie jų vibratorius (žr. 1132—3 vaizd.).

Vibruotas betonas — kompaktiškesnis, jo tūrinis svoris $\gamma_{v\text{-}b} \cong 2{,}5\ t/m^3$, *o paprasto* $\gamma_b \cong 2{,}2\ t/m^3$.

Betono vibravimu galima labai žymiai padidinti jo atsparumą, būtent:

σ_{sp} iki 200%
σ_{tr} iki 160%.

Amerikoje vibravimu pasiektas betono tvirtumas (pagal Povers):

$$\sigma_b = \sigma_{sp} = 350^{at}$$

vietoje rankomis plūkto betono:

$$\sigma_b = \sigma_{sp} = 210^{at}.$$

Tai reiškia, kad drebintas liesesnis (pigesnis, reikia mažiau per 2—2,5 maišiukų cemento 1 m^3 betono ir per 4,65—5,33% vandens, kas sumažina ir betono traukimąsi jam džiūstant) betonas atstoja brangesnį, riebesnį betoną, kuris suplūkiamas rankiniu būdu.

Pirmuosius rimtus vibruoto betono bandymus atliko „Portlland Cement Association Chicago, Ill." ir Kalifornijos U-tas (žr. Eng. News — Rec. 7. 12. 1933).

Vokietis Oltinhaus duoda aprašymą ir vibracijos prietaisų suskirstymą į dvi grupes, būtent: išoriniam vibravimui (Einrüttelung) — perdengimams, kolonoms, poliams, sijoms, gatvių grindiniams, drebinant klojinius ar armatūrą, ir išvidiniam vibravimui (Durchrüttelung) — storiems poliams, pamatams, atraminėms sienoms ir t.t., darant betono drebinimą į betoną panertais vibratoriais.

Prancūzas Deniau aprašo „Science et Industrie — Februar, 1934" betono vibravimą ir tvirtina, kad vibruotas betonas po 28 dienų būna tvirtesnis traukimui (σ_{tr}) per 9% ir po 90 d. per 39%, o spaudimui (σ_{sp}) atsparesnis po 28 d. per 39% ir po 90 — per 46%.

Bolomey (Schweiz, Baumeister Zt. 1934, S. 373) ir Santarella (Schweiz, Baumeister Zt. 27. 10. 1934) nurodo, kad vibruoto betono tvirtūmas padidėja 7—40%. Pagal Bonfioli vibracija daroma betono sluok-

sniais 20—60 cm storio, žiūrint vibratoriaus (Rüttler) stiprumo ir skaldos rupumo (tik iki 7—9 cm ϕ), bet ne ilgiau 8—10 min; reikia nustoti vibruoti, kai oras ir vanduo iš betono išvaryti, tai yra, kai pradeda rodytis viršum betono vanduo (anksčiau nebuvęs).

Paryžiaus geležinkelio gelžbetoniniam tiltui per kanalą von Uorcq vibruotam betonui leista *75*[at] prie betone cemento kiekio *400 kg/m*^{3}; čia tilto gelžbetoninės sijos, pakabos, įstrižainiai ir kt. stengtasi padaryti mažo skerspiūvio, užtat dėta stipri tanki armatūra, ir kad betonas visur armatūrą gerai apimtų ir pats sutankėtų, vibravimas buvo daromas per klojinius ir per armatūrą.

Prancūzų daugumas mano, kad vibruoto betono savumai ir vibravimo būdai yra tokie, kaip čia žemiau nurodoma:

Vibruoto betono savumai:

1. vibruotas betonas vienodesnis, kompaktiškesnis, jis neturi oro burbulų, kaip rankomis plūktas betonas;
2. vibruotas betonas kietėja greičiau; jis po 2 dienų rodo tokį pat atsparumą, kaip rankomis plūktas po 7 dienų;
3. vibruotas betonas, būdamas kompaktiškesnis ir be oro burbulų, yra tvirtesnis, lengvai išlaiko spaudimą:

$$\sigma_{sp} = 110^{at}$$

vietoje $\sigma_{sp} = 70^{at}$, kurį išlaiko gerai plūktas paprastas betonas, esąs 40—50% silpnesnis;

4. vibracija leidžia vartoti sausesnį, vadinasi, tvirtesnį betoną;
5. vibruotas betonas greičiau stingsta ir kietėja, duoda laiko ir darbo ekonomiją;
6. vibruoti skystą betoną reikia labai atsargiai, nes skalda ir smėlis sėdasi į apačią, o vanduo su smėliu iškyla aukštyn, betonas darosi nevienodas, blogas (bijoti pervibracijos);
7. vibruojamam betonui reikia vartoti smulkesnę skaldą, būtent, 15 -25 mm storio, o ne 30—80 mm rupumo;
8. vibravimą reikia baigti, kai pasirodo viršum betono nebuvęs cemento skystis.

Vibravimo būdai:

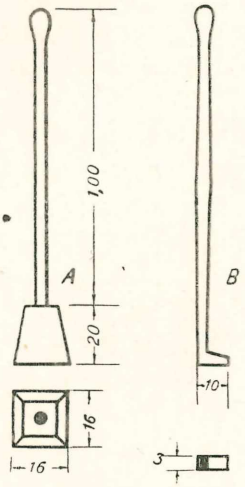
1. vibratorius vibruoja betoną per formas (klojinius);
2. „ „ „ per armatūrą;
3. vibratorius veikia betoną per padėklį.

Kai kada esti vartojama ir dviguba vibracija, pavyzdžiui, per formas ir armatūrą.

Vibratoriai dirba suspaustu oru (pneumatiniai), elektros jėga (elektriniai) arba motoro pagalba (motoriniai).

Betonui be armatūros plūkti plūktuvas, betonui su armatūra plūkti plūktuvas, vibratorių tipai ir darbo atlikimas matyti 1119—1135 vaizduose.

Betonui be armatūros plūkti plūktuvas

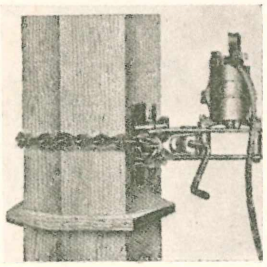


1119 vaizd.

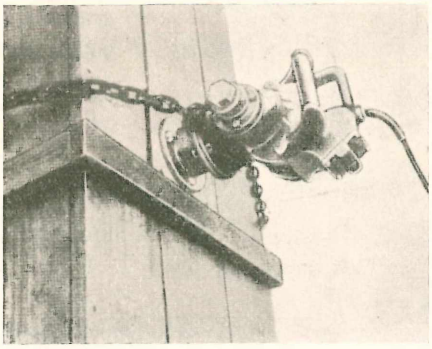
Betonui su armatūra plūkti plūktuvas

1120 vaizd.

Vibravimas per formas



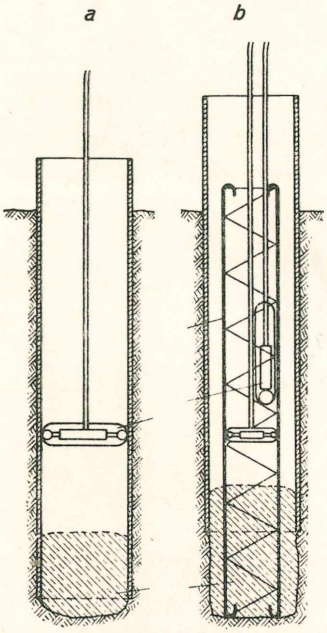
1121 v. (Švedija)



Formų trankituvas (Rüttelmaschine; Robert Wacker, Dresden)

1122 vaizd.

Pneumatinis vibravimas per skylvamzdį (a) ir armatūrą (b)

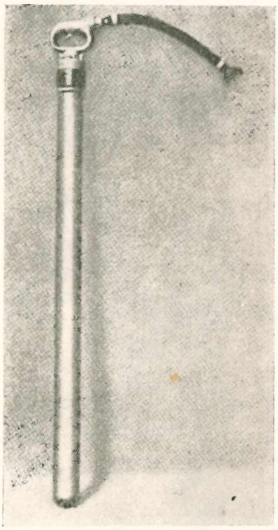


1123 vaizd.

Išvidinis, gilus vibratorius (Elektromotorinis; A. J. Valst.).

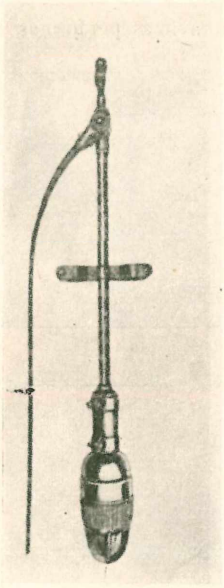
1124 vaizd.

Gilus vibratorius (Pneumatinis; Norvegija)



1125 vaizd.

Paneriami vibratoriai giliam betono sluoksniui ir kolonoms vibruoti.



Elektrinis, vartojamas A.J. Valstyb.

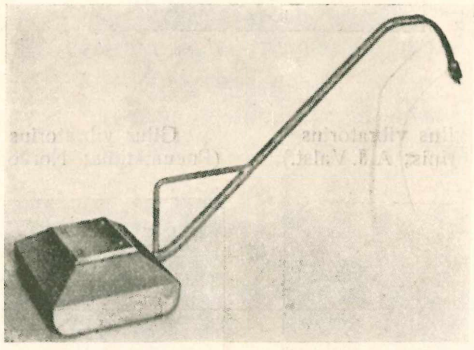
1126 vaizd.

Firmos „Losenhausenwerk, Düsseldorf" paneriamas vibratorius, suvibruoja betoną per 30—40 cm žemiau vibratoriaus galo, darydamas drebėjimą 2700—3500 kartų per minutę.

1127 vaizd.

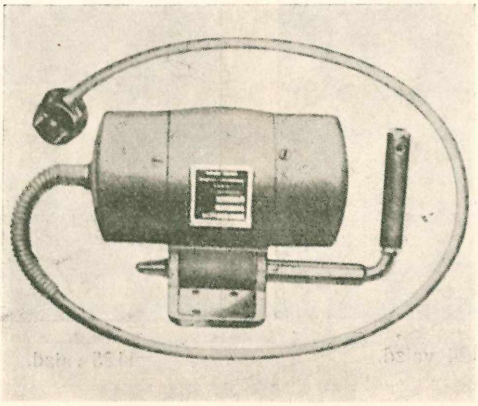
Ploniems betono sluoksniams lengvi paviršiniai vibratoriai.

(Elektrinis, Norvegija) 1129 vaizd.



(Pneumatinis su greitai judančiu ekscentriniu svoriu).

1130 vaizd.



Elektrinis vibratorius, prancūzų ir norvegų vartojamas vibracijai per klojinius, armatūrą ir padėklius.

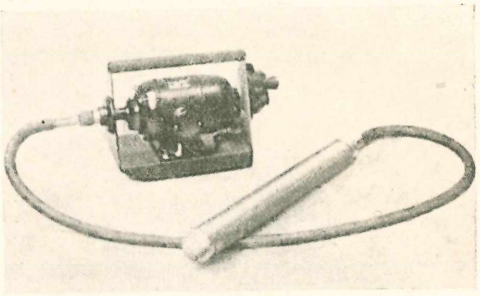
1131 vaizd.

Vibratoriai veikia paslėpto plaktuko dažnais smūgiais arba ekscentriškai stovinčio svorio judesiais, daromais elektros jėga, suspaustu oru arba benzino motoru.

Elektrovibratoriai „**Trillor**“ (1133—1134 v.v.)

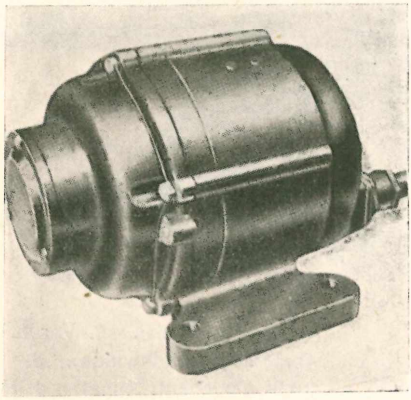
	Tipas	Galingumas (W)	Vibracija k/min	Voltažas V	Svoris netto
pristiprinami	V 350	200	6000	42—380	15,0 kg
	F 360	300	6000	„	23,0 „
	F 500	450	6000	„	27,5 „
	F 800	500	6000	„	33,0 „
	F 1000	600	6000	„	35,0 „
gilūs	FD 1000	900	6000	„	63,0 „
	FP 100	150	6000	max. 220 V.	16,5 „

Švedų firmos „Vibro-Betong“ Stockholm elektrinis, gilus vibratorius.



1132 vaizd.

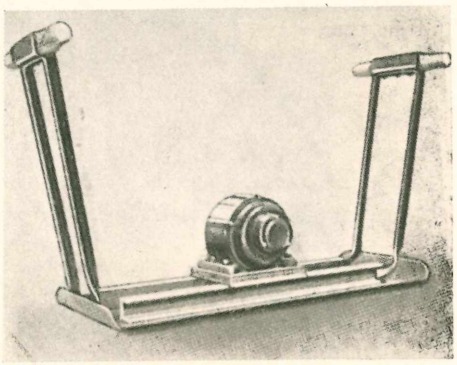
Trillor elektro-vibratorius, klojiniams, armatūrai ir padėkl.



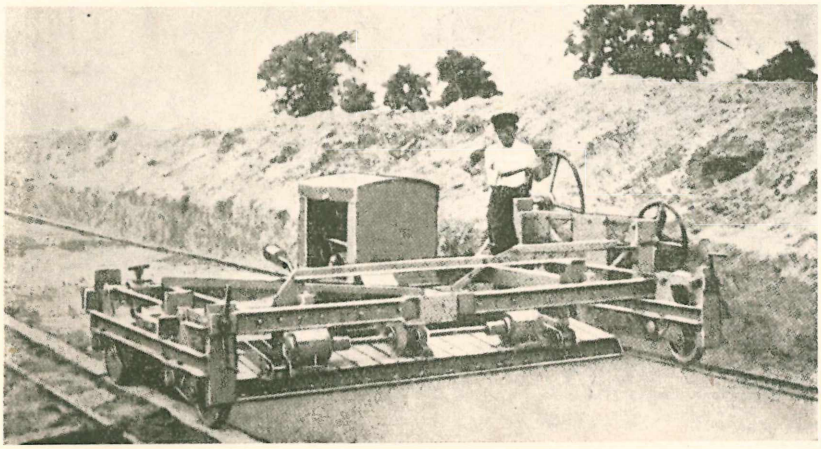
1133 vaizd.

Trillor elektrovibratorius (Anvers)

Čia padėklinis tipas, bet yra ir giliam vibravimui — kolonoms ir k.



1134 vaizd.

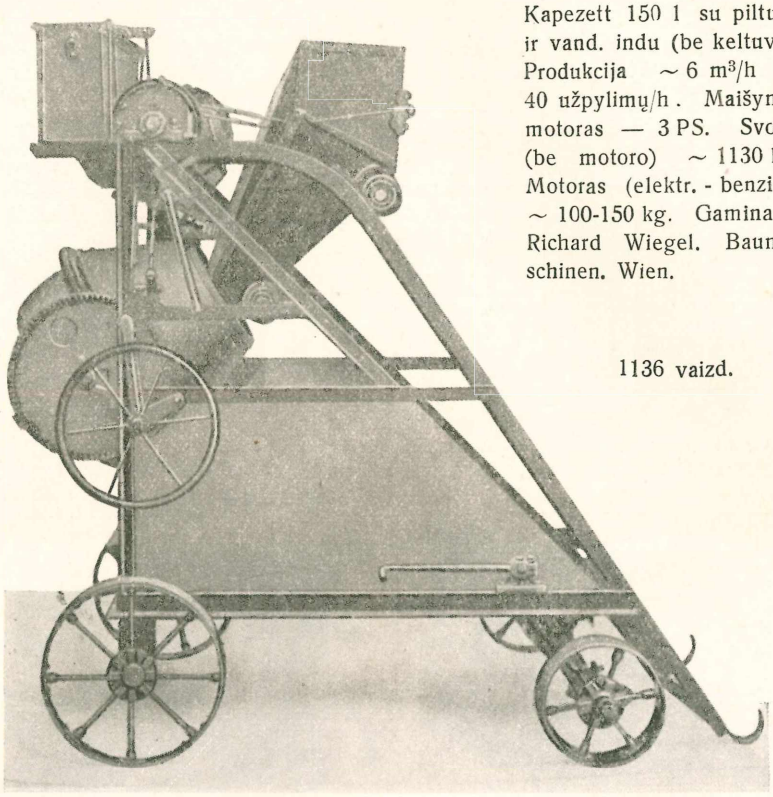


Firmos S.G.M.E. tipo PVM. 30 demi-route 3 m

1135 vaizd.

Firmos S.G.M.E. Anvers (Belgija) su benzino motoru veikiąs vibratorius gatvių betonui kietinti (3 m pločio juostai).

Betonui gaminti, vežti, kelti kai kuriuos prietaisus rodo 1136—1142 vaizdai.

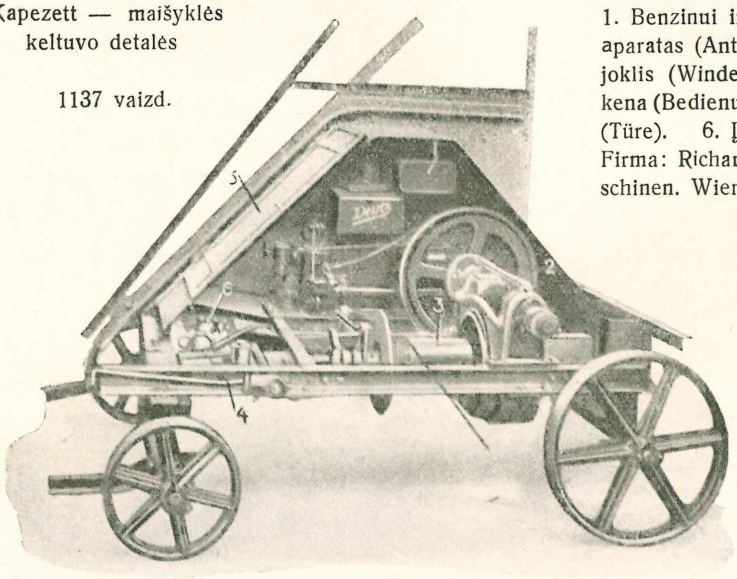


Kapezett 150 l su piltuve ir vand. indu (be keltuvo). Produkcija ~ 6 m³/h iš 40 užpylimų/h. Maišymui motoras — 3 PS. Svoris (be motoro) ~ 1130 kg. Motoras (elektr. - benzin.) ~ 100-150 kg. Gamina: Richard Wiegel. Baumaschinen. Wien.

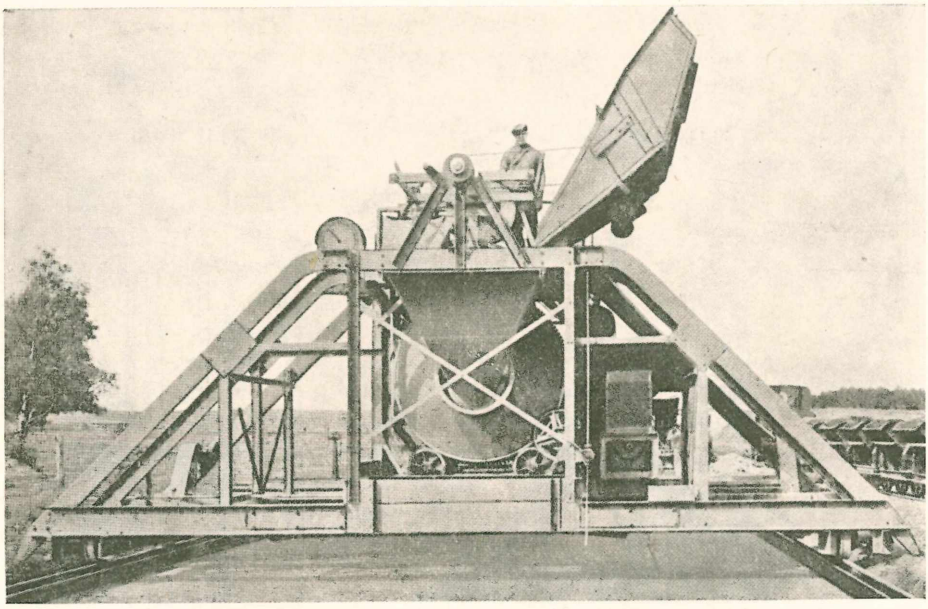
1136 vaizd.

Kapezett — maišyklės keltuvo detalės

1137 vaizd.



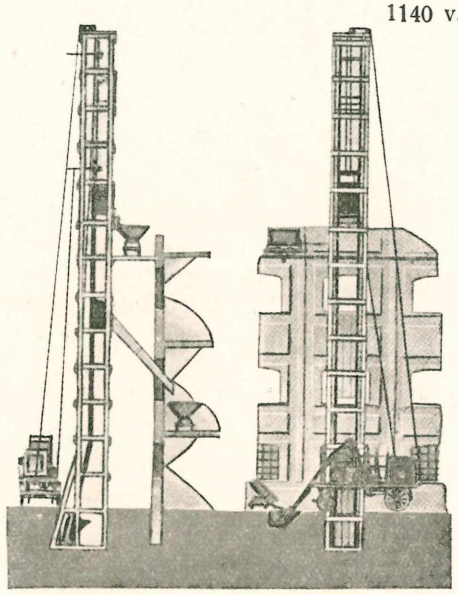
1. Benzinui indas. 2. Varomasis aparatas (Antriebwinde). 3. Vijoklis (Windentrommel). 4. Rankena (Bedienungshebel). 5. Durys (Türe). 6. Įrankiams patalpa. Firma: Richard Wiegel. Baumaschinen. Wien.

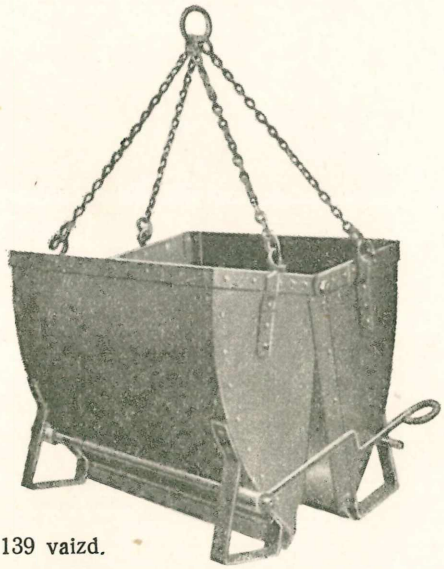


1138 vaizd.

Vögele greitmaišė (Vögele-Schnellmischer 1250 NFB).
Užpylimas 1250 l po 25 kartus val.; produkcija ~ 30 m³/h; automatinis vandens tankas. Vartojama gatvių ir plentų statybos darbuose drėgnam betonui gaminti.

1140 v.





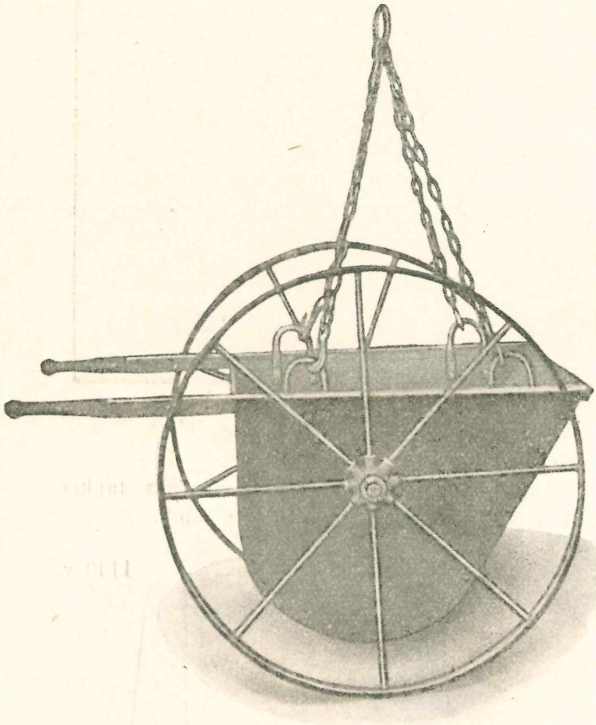
1139 vaizd.

Dėžė betonui kelti (Kapezett)

Talpa	350	500	750 l
Svoris	185	225	275 kg

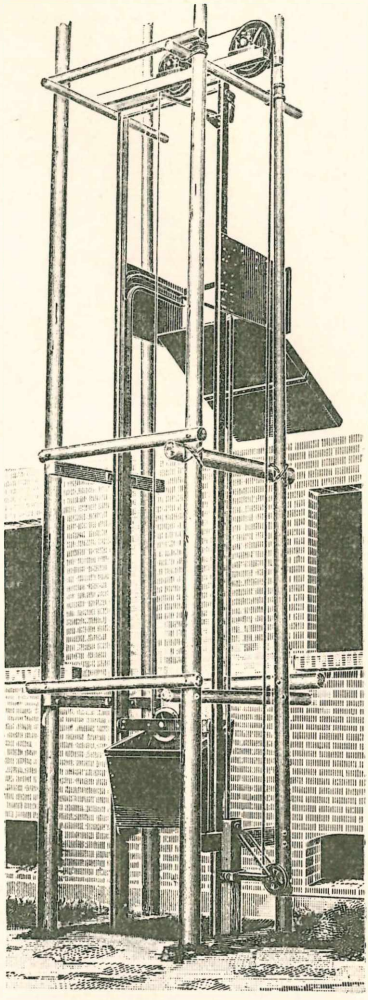
Vertik. stat. medžiagoms keltuvai (Senkrecht-Kippmuldenaufzüge). Talpa: 250, 375, 500, 1000, 1250 ir 2000 l. Firma: B. B.-, u. S.A G. Hütenwerk Sonthofen.

1141 vaizd.



Dėžė betonui vežti ir kelti
(Kapezett)
Talpa 150 ir 250 l.

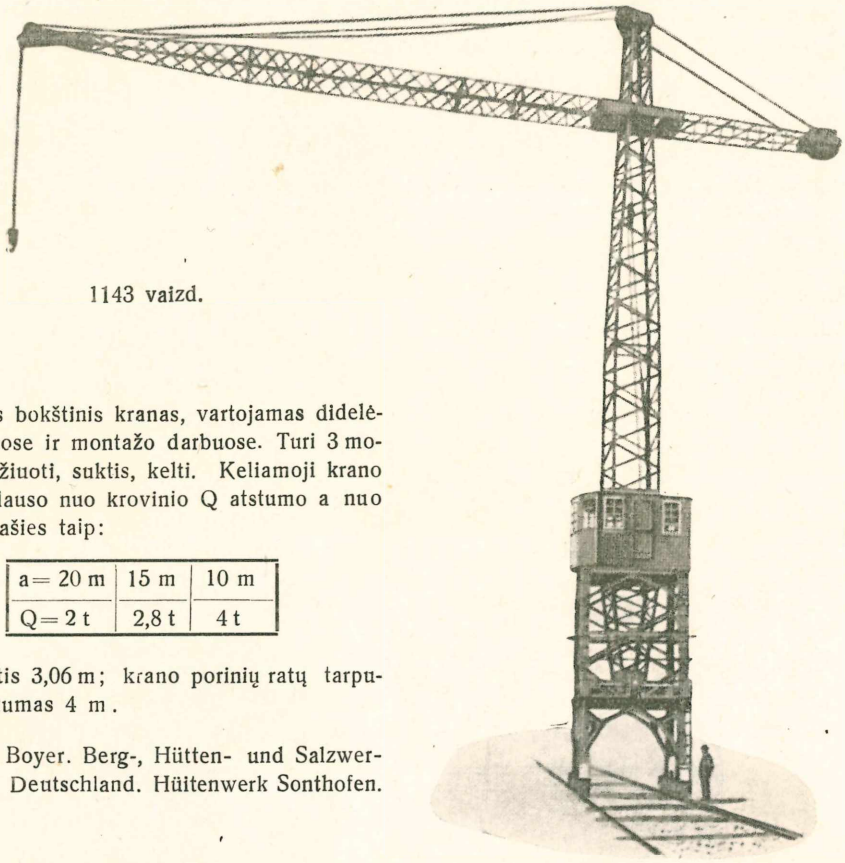
1142 vaizd.



(Kapezett)
Betonui kelti įrengimo pavyzdys:

15 m aukštyn kėlimo dėžė 370l ir 500 l.
Dėžė 350 l su visomis metalin. dalimis
ir pl. trosu 12 mm ϕ sveria ~ 1160 kg;
2 vedamos šinos 32 m — 560 kg.

Betonui kilnoti ir teikti specialūs kranai.



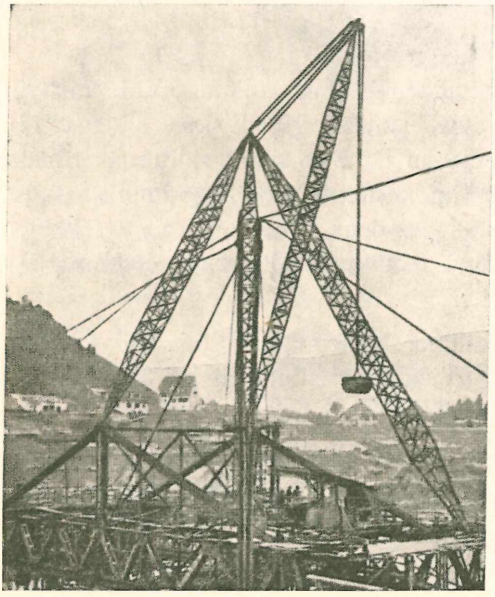
1143 vaizd.

Modernus bokštinis kranas, vartojamas didelėse statybose ir montažo darbuose. Turi 3 motorus: važiuoti, suktis, kelti. Keliamoji krano jėga priklauso nuo krovinio Q atstumo a nuo kr. vert. ašies taip:

a = 20 m	15 m	10 m
Q = 2 t	2,8 t	4 t

Kelio plotis 3,06 m; krano porinių ratų tarpusavis atstumas 4 m.

Firma: Boyer. Berg-, Hütten- und Salzwerke A. S. Deutschland. Hüitenwerk Sonthofen.



Derick Bockderrickkran'as, vartojamas užtvankų statyboje.

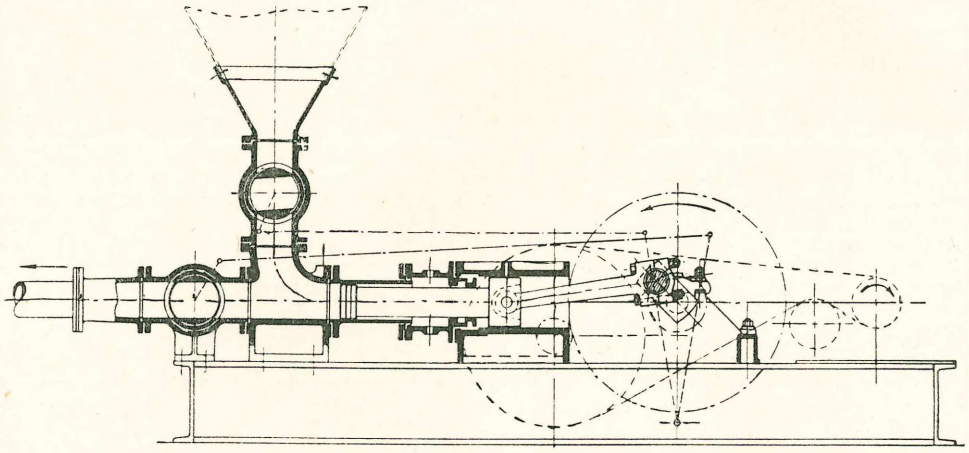
Firma: B.B.- H.- u. S. A. S. Hüttenwerk Sonthofen.

1144 vaizd.

Pagamintam betonui transportuoti horizontalės pompos.

Drėgnam, tirštam ar skystam betonui teikti į darbo vietą per didesnius atstumus 100 – 150 – 200 – 350 m ir kelti aukštyn 10 – 30 – 50 – 100 m pastaraisiais laikais yra vartojamos vienacilindrinės, vertikalios, su rutuliniais čiulpimo ir spaudimo vožtuvais betono pompos (Torkretpumpen), 5—10 m^3/h produkcijos (tolumui iki 200 m, aukštumui iki 100 m) ir naujesnės horizontalės Kooyman'o su sukiojamais kanaliniais vožtuvais ir 6—14—35 m^3/h produkcija (iki 100 – 350 m tolumui).

Vertikalios pompos gerai varo smulkų betoną su žvyru ar skalda iki 4 cm rupumo, o horizontalios pompos gerai tinka smulkiam ir rupiam betonui su žvyru ar skalda net iki 7,5—8 cm rupumo.



1145 vaizd.

Bene didžiausias pompinis betonavimas bus atliktas A. J. Valstybėse Wisconsin štate Mississippi aukštupyje, statant gigantiškus šliūzus 110—180 m ilgio, 33 m pločio, 7 m aukščio sn iki 8 m sienų storumu. Šliūzams vartotas betonas turėjo sąstatą: 280 kg cemento : 800 kg smėlio (sauso) : 1270 kg žvyro (sauso, 7,5 cm ϕ) : 160 l vandens, buvo su $\sigma_{sp} = 270$ kg cm^r (po 28 d.) ir $\gamma_b = 2{,}45\,t/m^3$; betonui buvo vartota kaip maximum iki 5ı l/kg cem.

Betonpompės varė betoną, skaitant horizontaliai, iki 350 tolumo ir kėlė maximum iki 15 m aukštumo, atliekant vidutiniškai po 35 m^3/h.

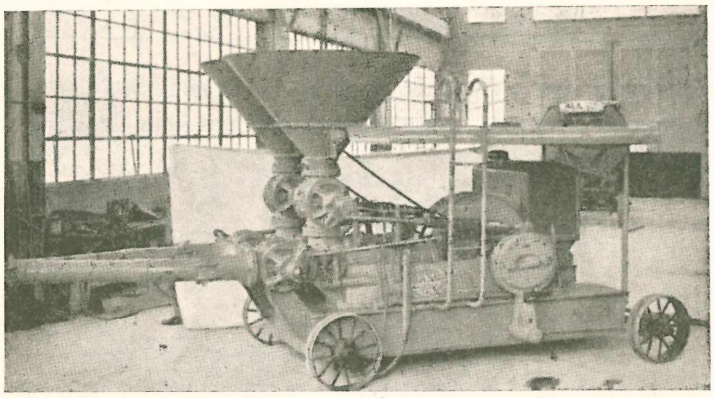
Betonpompių pagalba buvo atliekami ir žymūs betono darbai statant Stahnsdorf'e gelžbetoninius srūtoms valyti baseinus (Abwässerkläranlage). Čia, dedant 300 kg cem./m^3 betono, buvo gautas po 28 d. betono tvirtumas toks: $\sigma_{sp} = 195\,kg/cm^2$.

Tuo būdu matyti, kad betonpompių spaudimo vamzdžiais teikiamas betonas yra tvirtesnis, atsparesnis, sakysime, už betoną, keliamą į bokštus ir iš jų leidžiamą loviais ar vamzdžiais į betonavimo vietas, nes betonpompėse betono masė dar savaip persidirba, persipresuoja, tampa vienodesnė, tobulesnė.

Todėl masiniams atsakingiems darbams, pvz., šliūzų, užtvankų, krantinių, molų ir didelių trobesinių pastatų darbams betonpompės, ypač naujoviškos horizontalios, yra naudingos, patogios, rekomenduotinos. Betonpompių tipai plečiasi, ir jau yra vartojamos didesnės — gvigubos (žr. 1146 vaizdą).

J. A. Valstybėse, Kalifornijoje Hoover'o užtvankos darbams vartotos dvigubos betonpompės (Zwilingsbetonpumpe) vaizdas.

Mašinos stiprumas 40 PS.
„ našumas 38 m³/h
spaud. vamzdžio d = 15 cm
transporto tolumas L = 150 m



1146 vaizd.

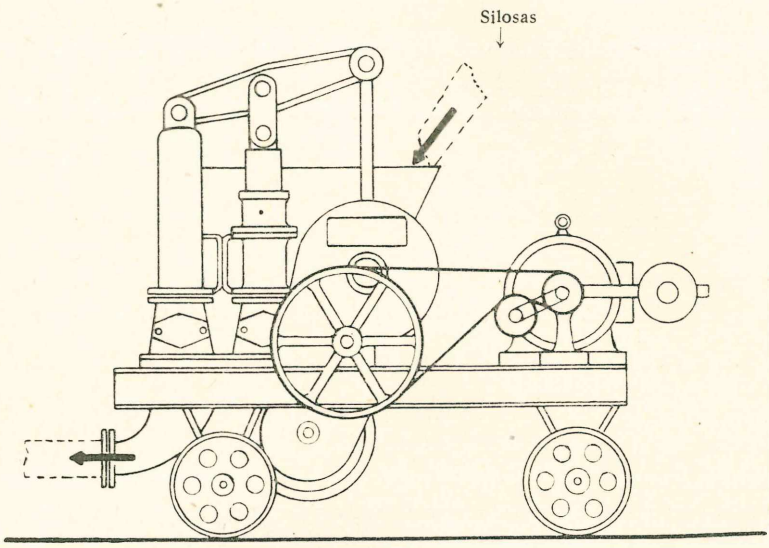
Cementinio tinko darbams ir betono ar gelžbetonio remontams su dideliu pasisekimu Europoje ir Amerikoje yra vartojamas torkretpurkšlis (Torkretspritzkanone), kuris turi sausam betonui (cementas + smėlis + žvyras) vieną storą žarną*) su galine purkšle (Düse) ir kitą spaudžiamam vandeniui ploną žarną, galu prijungiamą prie storosios žarnos purkšlės (Düse); purkšlėje leidžiamas vanduo sausą betoną suvilgo ir stiprai jį purškia, drebia, kloja ant tinkuojamos sienos ar remontuojamos vietos. Šiuo būdu gaunamas cementinis sluoksnis yra tvirtas, gerai laikosi (žr. 1184 vaizd.).

*) Sausas betonas yra varomas suspausto oro pagalba.

Betonui transportuoti vertikali pompa (Torkret G. m. b. H., Berlin).

Šiame įrengime (Pumpkret-Förderanlage) betonas pridrimba iš betono maišyklės į pompos silosą, iš kurio pompa ima ir varo toliau lengvai sujungiamais skardiniais vamzdžiais.

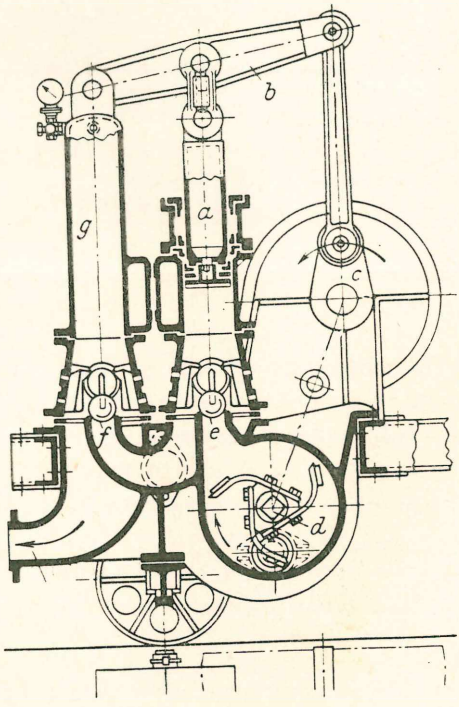
1147 vaizd.



Torkret betonpompė tipas P 1 (vienacilindrinė) ~ 9 m³/h

Ši mašina vienodai gerai pompuoja tirštą ir skystą betoną. Transportuojamam betonui skalda imama tik iki 4 cm rupumo.

1148 vaizd.



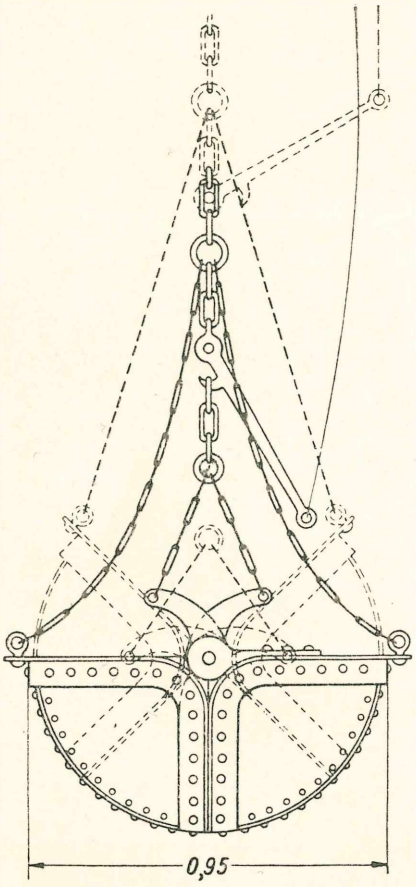
Torkret-betonpompės P 1 piūvis.

a. Sklandiklis 180 mm ϕ (Kolben),
b. balansiras,
c. švaistiklis (Stirnkurbel),
d. betono padavimas (Rückewerk),
e. čiulpimo vožtuvas (Saugventil),
f. spaudimo vožtuvas (Druckventil),
g. oro cilindras (Windkessel).

Betonavimas po vandeniu

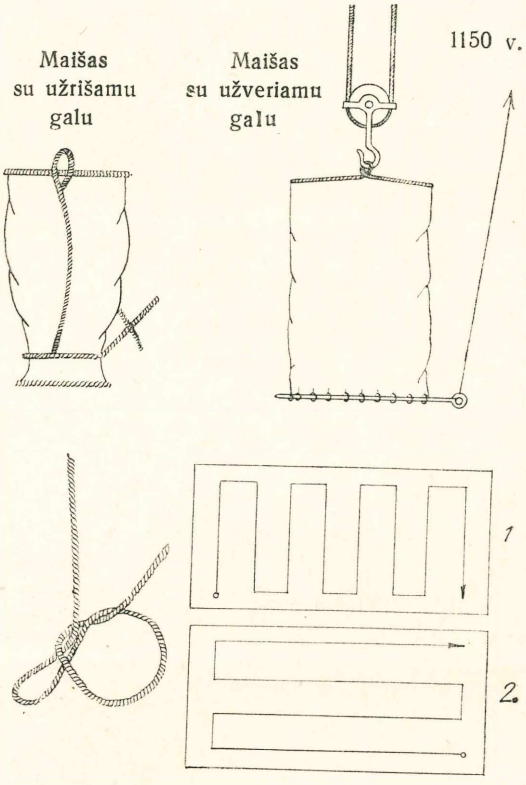
Klojant betoną po vandeniu, reikia žiūrėti, kad jis, leidžiamas gilyn, neišsiplautų ir kad nuleistas betonas į dugną gerai susiklotų, susilietų, sudarytų vieną kietą vienalytį kūną (monolitą). Tam reikalui vartojami vožtinis lovys, maišas su virve užrišamu galu arba su sutraukiamu galu (žr. 1149—50 vaizd.); prie srovės ir bangų, kad šviežio betono neišplautų, betonas dedamas maišuose iš retai austos medžiagos, kuri leidžia betonui jungtis į ben-

Betonui dėti vožtinis lovys (Betontrommel)



1152 vaizd.

Betonui dėti maišai ir, dedant, skersai išilgai eiliavimas

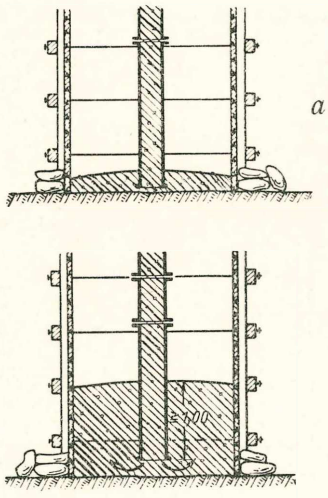


1149 vaizd.

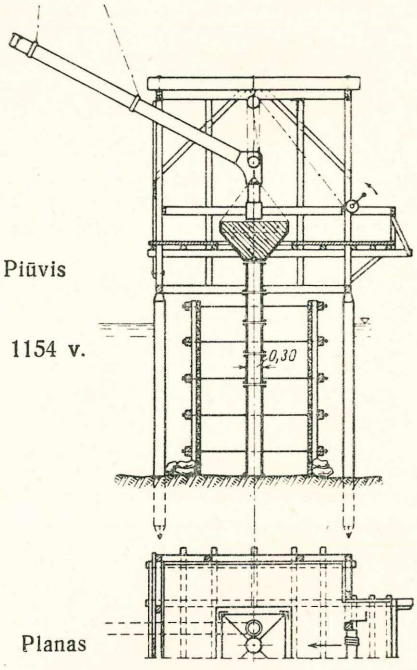
1151 vaizd. (planas)

drą betono masyvą, Šiuo ar kitu būdu betonas suklojamas eilėmis į sluoksnius (1 ir 2); jei pirmame sluoksnyje buvo klota skersai pamato, tai 2-me reikia betoną kloti išilginėmis eilėmis (žr. 1151 vaizd.); čia betonas daugiausia susislėgia, susiguli pats nuo savo svorio.

Po vandeniu betonuoti galima ir betoną leidžiamais vamzdžiais (iš lentų ar geležies), vedžiojant juos skersai ir isilgai pamato. Panašiam betonavimui gali būti pavartotas specialus kombinuotas įrengimas, vadinamasis kontraktorius (Stat. firma „Contraktor" Byggnadsaktiebolaget, Stockholm"), susidedąs iš vertikalaus plieno vamzdžio ($d = 30$ cm), betoną paduodamojo, nuolaidžiai pakabinto vamzdžio ($d = 30$ cm) ir tarp jų išplėsto betonui trichterio, iš kurio, apačią atidengus, leidžiamas betonas pilnu vamzdžio pločiu (kaip kamščiu) betono stulpo išspaudžiamas iš vamzdžio vanduo ir oras iki pamato dugno, išklojamas pirmas apatinis betono sluoksnis, truputį pakeliant vamzdį nuo žemės; toliau varomas betonas per vamzdį, jo galą laikant betone per 1 m, čia vamzdis transportuojamas tik išilgai pamato (žr. 1153—5 vaizd.); pirmasis liejamo betono sluoksnis, keliamas apatinio, žemiau spaudžiamo betono vis aukštyn, pridengia šviežią betoną nuo vandens išplovimo; vandenį tarp klojinių iškelia ir per klojiniuose viršum išorinio vandens horizonto paliktas skyles jį išlieja lauk.



1153 vaizd.



1155 vaizd.

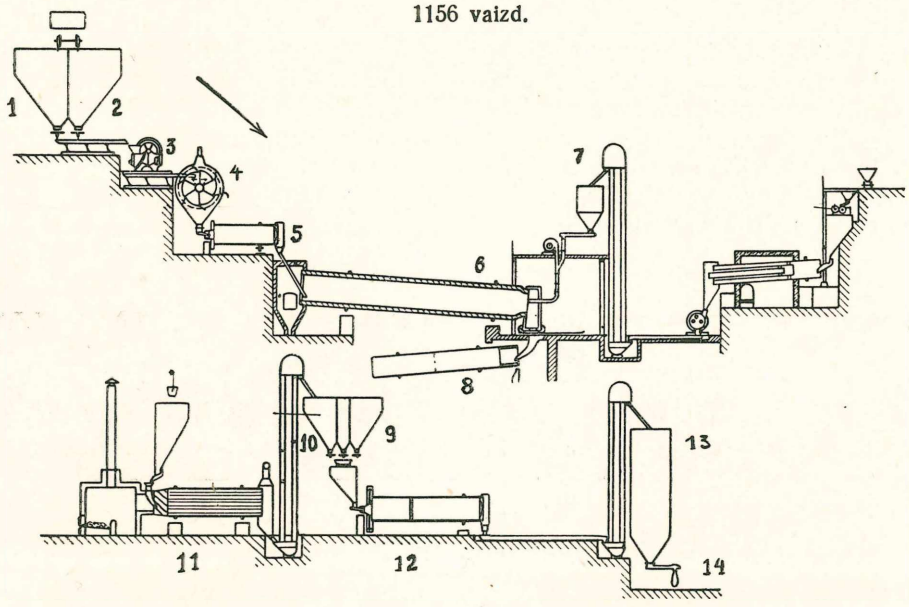
Kontraktoriaus pagalba atliekamuose darbuose (Kontraktorverfahren) pamatų klojiniai reikia daryti iš tvirtų, špuntuotų, glaudžiai suleidžiamų lentų, sutraukiant sieneles geležiniais varžtais. Tokie klojiniai 2,5 kartų brangesni už paprastus.

Cemento kietėjimas ir jo kiti savumai.

Cemento gaminimo proceso sutrumpinta schema

Iš kairės pusės eina cementui skirtų žaliavos medžiagų paruošimas svarbiausiam cemento gamybos procesui — jų išdegimui cilindrinėje sukamojoje krosnyje (6), o iš dešinės pusės atliekamas iš gabalinių anglių paruošimas anglinių dulkių, kurios įpučiamos į apatinį krosnies galą ir čia, duodamos didelę temperatūrą, vykdo medžiagų išdegimą, paverčia jas į klinkerį. Schemos apatinė dalis rodo priemaišų paruošimą (11. — džiovykla), jų jungimą per trilypę patalpą (10—9) ir jungiamalūnį (12) į cementą.

1156 vaizd.



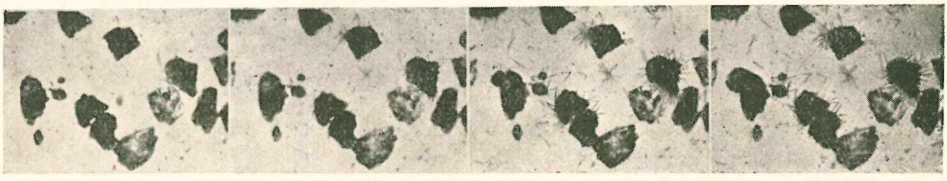
Vagonetėmis privežamas mergelis (dolomitas) ar šlakai į 1 patalpą, o kalk. akmuo į 2 patalpą; reikiamoje proporcijoje žaliavos medžiagos leidžiamos į 3 — smulkintuvą (Brecher), 4 — rutulinį malūną (Kugelmühle) ir 5 — vamzdinį malūną (Rohrmühle), iš kurio jau visa permalta medžiaga suleidžiama į 6 — cilindrinę sukamą krosnį. Šioje krosnyje medžiagų išdegimas vyksta įpučiamų anglinių dulkių pagalba. Anglių dulkės gaunamos iš gabalinių anglių (žr. schemos dešinę pusę), gabenamų vagonetėmis, paduodamų į valcinį malūną (Walzwerk), iš kurio toliau į džiovinimo cilindrą (Trockentromm.) ir dar žemiau į žiedmalūnį (Ringmühle), o iš čia jau

anglių dulkių pavidalu pakliūva į bokštinį elevatorių, kyla į 7 — kamerą, iš jos leidžiasi į silosą, o iš jo žemiau stovinčiu pūstuvu įpučiamos į išdegimo krosnį (6) iš apatinio galo, priešingai šliaužiančioms išdegamoms medžiagoms. Nuo didelės kaitros medžiagos virsta klinkeriu. Gaunamas klinkeris slenka į 8 — aušintuvą, arba vėsintuvą (Kühltrommel). Atvėsęs klinkeris iš 8 — vėsintuvo paduodamas į 9 — patalpą, greta kurios vidurinėje patalpoje yra gipsas ($CaSO_4$), o išorinėje kairiojoje (10) randasi primaišinė džiovykloje (11) išdžiovinta medžiaga (smėlis, ar šlakas, ar puzzolana, ar kita kas). Iš trilypės patalpos (9—10) klinkeris su priemaišomis leidžiamas į jungiamalūnį (Verbundmühle) ir čia jau yra gaunamas cementas, kuris elevatoriumi keliamas į cemento silosą (13), o iš jo apačioje (14) išpilstomas į maišus arba statinaites.

Cemento kietėjimas

Cemento kietėjimo klausimu yra dvi teorijos (Dr. R. Grün. Der Beton. 1937): viena sako, kad cementas, gaudamas vandens, duoda kristalizuojančius hidratus (Kristallisierende Hydrate), kurie sutraukia cemento žirnelius, smėlį ir žvyrą; kita tvirtina, kad cementas su vandeniu kietėja koloidoliai*), kaip klijus; klijus nuo vandens išpursta, išsileidžia, o paskui kliudančius daiktus sutraukia, panašiai darosi ir su cementu. Ši antroji teorija priklauso Michaeliui (Michaelis) ir ją patvirtina Ambronn'o ir jo mokinių mikroskopiniai cemento kietėjimo preparatų tyrinėjimai. Čia duodama kietėjimo nuotrauka preparato daryta 40 valandų metu (žr. 1157 vaizd.). Nuotraukos vaizde juodi taškai yra cemento klinkerio dalelės, apsuptos kristalėliais, ir drebuline kieta mase (Gelée).

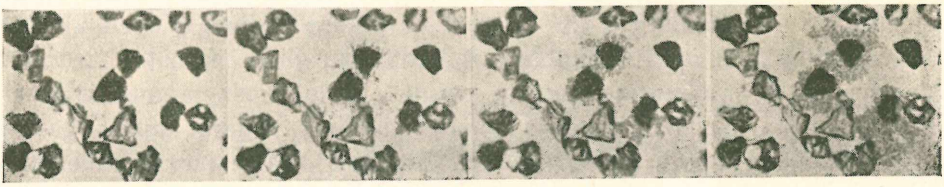
Portlandcemento kietėjimo vaizdas 40 valandų metu.



1157 vaizd

Šiame aukštakrosnio cemento (Hochofenzement) preparato kietėjimo vaizde juodos dalelės yra cemento klinkeris, o stikliškai šviesios dalelės yra šlakinės dalelės. Klinkerio dalelės aptrauktos sustingusia mase (Gelée) ir spygliukais (žr. 1158 vaizd.). Nuotrauka daryta preparato kietėjimo metu per 48 val.

Aukštakrosnio cemento (Hochofenzement) kietėjimo vaizdas 48 v. metu.



1158 vaizd.

*) Žodis koloidas pasidarė iš lotyn. žodžio colla, kuris reiškia klijus.

Cementas, gaudamas vandens, kietėja (Grün, Der Beton, S. 56, 1937) taip:

I Lėtas procesas

$$\underbrace{3CaO \cdot SiO_2}_{\text{Tricalciumsilicat svarbioji cem. dalis}} + 5H_2O = \underbrace{2CaO \cdot SiO_2 \cdot 4H_2O}_{\text{Bicalciumsilicat (Gelée)}} + \underbrace{Ca(HO)_2}_{\text{Calcium-hydroxid}}$$

Cementas, turįs daugiau tricalciumaluminat ($3CaO \cdot Al_2O_3$), greit kietėja pagal šį procesą:

II Greitas procesas su didele t^0 C

$$\underbrace{3CaO \cdot Al_2O_3 + 6H_2O}_{\text{Tricalciumaluminat šlynu turtingesniuose cementuose}} = \underbrace{3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O}_{\text{Tricalciumaluminat-hexahydrat}}$$

Brownmillerit'as ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) su vandeniu duoda:

III Lėtesnis už II

$$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 + 8H_2O = \underbrace{3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O}_{\text{Tricalciumaluminathexahydrat}} + \underbrace{Fe_2O_3 \cdot H_2O}_{\text{Ferrumhydroxyd. Gelée}} + \underbrace{Ca(OH)_2}_{\text{Calciumhydroxyd.}}$$

Kühl duoda šias kietėjimo formules (Grün, Der Beton, S. 234):

1) $\underbrace{3\ CaO \cdot Al_2O_3}_{\text{Švież. cementas Tricalciumaluminat}} + \underbrace{10^1/_2\ H_2O}_{\text{užmaiš, vanduo}} = 3\ \underbrace{CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 10^1/_2\ H_2O}_{\text{Sustinges cementas Tricalciumhydroaluminat}}$

2) $\underbrace{2(3\ CaO \cdot SiO_2}_{\text{Tricalcium silicat}} + x\ H_2O) = \underbrace{3\ CaO \cdot 2\ SiO_2\ aq.}_{\text{Calciumhydrosilicat}} + 3\ Ca(OH)_2$

3) $\underbrace{3(2\ CaO \cdot SiO_2}_{\text{Bicalciumsilicat}} + x\ H_2O) = 3\ CaO \cdot 2\ SiO_2\ aq. + Ca(OH)_2$

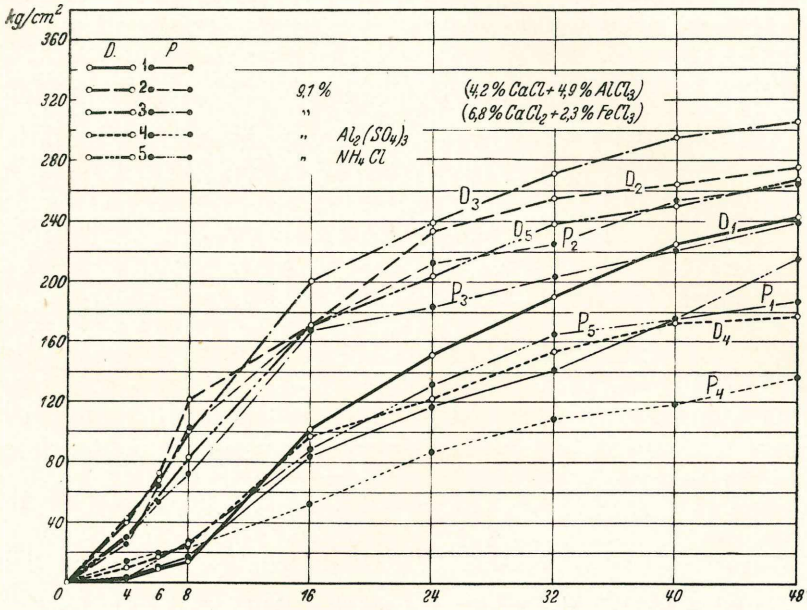
4) $\underbrace{4\ CaO \cdot Al_2O_2 \cdot Fe_2O_3}_{\text{Brownmillerit}} + x\ H_2O = 3\ \underbrace{CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 10^1/_2\ H_2O}_{\text{Tricalciumhydroaluminat}} + CaO \cdot F_2O_3\ aq$

Kiti savumai

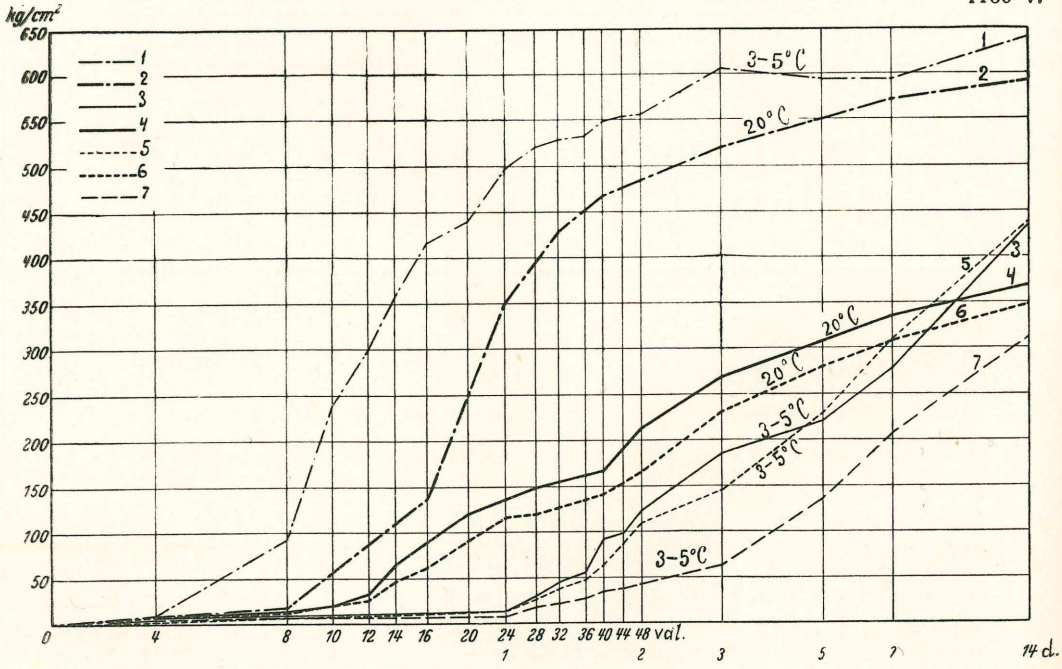
a) Jei ištirpdyti įvairias druskas (9,1%) vandeny ir su gautais tirpalais padaryti betonus su markės „Dyckerhoff" ir „Phönix" portlandcementais (diagr. D ir P, žr. 1159 vaizd.), tai yra gaunamas betonų pagreitintas kietėjimas ir didesnis atsparumas ($b_b = \sigma_{sp}$) pagal čia dedamą diagramą, kur ištisos kreivės D_1 ir P_1 rodo betonus su vandeniu, punkt. kreivės D_2 ir P_2 rodo druskų (4,2% $CaCl_2$ + 4,9 $AlCl_3$) = 9,1% tirpalą, punkt. kreivės D_3 ir P_3

— betonus su druskų (6,8% $CaCl_2$ + 2,3% $FeCl_3$) = 9,1% tirpalu, punkt. kreivės D_4 ir P_4 — su druskos $Al_2(SO_4)_3$ 9,1% tirpalu ir punkt. kreivės D_5 ir P_5 rodo betonus su 9,1% NH_4Cl tirpalu.

1159 vaizd.



1160 v.



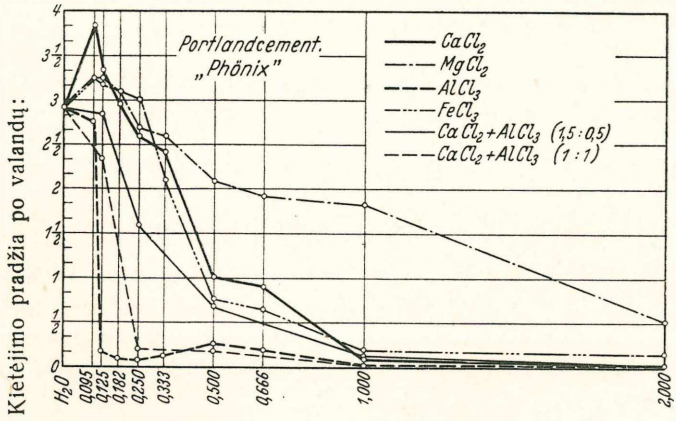
b) Proporcijos 1 c : 3 norm. sm. betonas, esant žemai temperatūrai (Tiefe Temperatur), 3—5° C, ir paprastai temperatūrai (gewöhnliche Temperatur), 20° C, su įvairiais cementais turi įvairų kietėjimo laiką (valandų ir dienų) ir atitinkamą tvirtumą (σ_{sp} = 0—650 kg/cm²), kaip rodo ši diagrama,

kur kreivės 1 ir 2 priklauso lydcemenčiui (Tonerdezement), kreivės 5 ir 6 — portlandcementui (Portlandzement) ir kreivė 7 priklauso mažai klinkerio turinčiam special. cementui (klinkerarmer Specialzement) žemoje temperatūroje (3—5° C).

c) Jei chemikalus $CaCl_2$, $MgCl_2$, $AlCl_3$, $FeCl_3$ (1,5 $CaCl_2 + 0{,}5\,AlCl_3$), (1 · $CaCl_2 + 1 \cdot AlCl_3$) įvairiose proporcijose tirpdyti vandeny (H_2O), tai gaunami įvairios koncentracijos tirpalai (Lösungen), kurie cemento skiedinius veikia įvairiai, būtent: vieni chemikalai [$AlCl_3$, (1,5 $CaCl_2 + 0{,}5\,AlCl_3$), (1 · $CaCl_2 + 1 \cdot AlCl_3$)] cementinio skiedinio ir betono kietėjimą greitina, kiti ($CaCl_2$, $MgCi_2$, $FeCl_3$) prie silpnos koncentracijos kietėjimą lėtina, prie stipresnės tirpalo koncentracijos kietėjimą greitina.

Tų chemikalų veikimą aiškiai rodo sudarytas pagal Grün u. Manecke veikalas: „Wirkung von Salzlösungen auf Erstarrungsbeginn und Erhärtung von Portlandzement und Portlandzementmörtel. Tonindustrie Zeitung 1934, N 21 u. 22.“ Ši diagrama, kur abscisos reiškia tirpalo koncentracijos stiprumą, o ordinatės — kietėjimo pradžios laiką valandomis (0, $^1/_2$, 1, $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$, 3, $3^1/_2$, 4 val.) dėl markės „Phönix“ portlandcemento:

1161 vaizd.



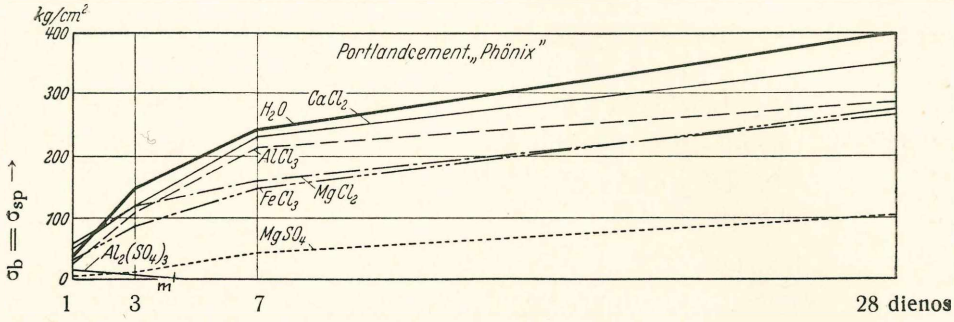
Tirpalo koncentracija (Mol-Konzentration).

Įvairių druskų vienodos koncentracijos (1,0) tirpalai veikia betoną ne vienodai; tas pats tirpalas betoną su įvairiais cementais veikia įvairiai, pavyzdžiui, $CaCl_2$ portlandcementą „Phönix“ tvirtumą mažina, o portlandcemento „Dyckerhoff“ — didina. Palyginimas daromas su imamų cementų betonais, maišomais su grynu vandeniu (H_2O) ir bandomais koncentracijos tirpalais.

Betono tvirtumo atžvilgiu silpnesnė koncentracija (0,5) iš viso yra geriau už stipresnę koncentraciją (1,0). Tirpaliniai (0,5) betonai su $CaCl_2$, (1 · $CaCl_2 + 1 \cdot AlCl_3$) ir (1,5 · $CaCl_2 + 0{,}5 \cdot AlCl_3$) yra tvirtesni už vandens betoną.

Kaip koncentracijos 1,0 (Mol- Konzentration 1,0) tirpalai veikia markės „Phönix“ portlandcementą, aiškiai rodo čia dedama palyginamoji diagrama (žr. 1162 vaizd.).

Koncentracija 1,0 (Mol- Konzentration 1,0) 1162 vaizd.



Betono kenkėjai

Betonas yra padaras labai artimas natūraliam akmeniui. Į betoną veikia karštis ir šaltis, sausra ir lietus, per ilgą laiką jis gali išsivėjuoti, o nuo mechaninių veikimų jis gali susinešioti, suirti, subyrėti. Bet kenksmingiausia betono tvirtumui yra cheminės reakcijos nuo bazių ir rūgščių, kurių svarbiausios čia ir nurodomos.

Bazės (Basen, базы) — CaO, MgO, NH_3, NaOH, KOH ir kt. nudažo raudoną lakmuso popierį mėlynai (veikia šarmiškai).

1) Natrio šarmas (Natriumhydroxyd, Natronlaugeseifenstein = muilo akmenėlis NaOH).
2) Kalio šarmas (Kaliumhydroxyd, Kalilauge KOH).
3) Amoniako vanduo (Ammoniak NH_3 — dujos; jo prisigėręs vanduo turi aštrų kvapą; tokį vandenį vokiečiai vadina Ammoniakwasser, o juo prisotintą vandenį $NH_3 + H_2O = NH_4(OH)$ — Salmiakgeist, kurio nereikia painioti su Salmiak $NH_3 + HCl = NH_4Cl$ — labai kenksmingu).

   Amoniako tirpalas 1% yra mažai pavojingas, bet jo druskos — Ammoniumnitrat $(NH_4)NO_3$ 5%, Ammoniumsulfat $[(NH_4)_2SO_4]$ 5%, Ammoniumchlorid $[(NH_4)Cl]$ 5% jau betono tvirtumui yra žymiai pavojingos.
4) Kalcio hidroksidas (Calziumhydroxyd, Aetzkalk), arba gesintos kalkės $Ca(HO)_2$.
5) Bario hidroksidas (Bariumhydroxyd) $Ba(HO)_2$ yra ir veikia kaip $Ca(OH)_2$.
6) Stroncio hidroksidas (Strontiumhydroxyd) $Sr(HO)_2$ taip yra ir veikia kaip $Ca(HO)_2$ (CaO, BaO ir SrO — yra šarminės žemės = Alkalische Erden).

7) Šarminiai vandenys (Alkalische Wässer = Mineralwässer), turį šarmų (NaOH ir KOH) ir žymesnius kiekius druskų ir bazių: Na_2CO_3 (Soda), K_2CO_3 (potašas) ir $CaCO_3$ — betonui nekenksmingas, Na_2SO_4 (tirpstąs), $FeCO_3$, CO_2 ir kt. — betonui kenksmingų, nes jie atima iš cemento CaO, kaip, pavyzdžiui, $CO_2 + CaO = CaCO_3$ — išsitraukia CaO į paviršių, betoną gadina.

Rūgštys (Säuren, кислоты) nudažo mėlyną lakmuso popierių raudonai (veikia rūgštiškai).

A. Neorganinės (Anorganische) rūgštys veikia cementą, jungiasi su cemento baze CaO, formuoja rūgščių druskas ir vandenį ir tuo būdu cemento ir betono struktūrą dezorganizuoja. Pavyzdžiui, $2HCl + CaO = CaCl_2$ (druska) $+ H_2O$ (vanduo).

Ypatingai kenkia stiprios rūgštys:

1) druskarūgštė (Salzsäure, соляная кислота) HCl; ji duoda vandeny tirpstančias druskas — chloridus $CaCl_2$, $MgCl_2$, NaCl ir kt.;
2) sierarūgštė (Schwefelsäure, Vitriolöl, серная кислота) — H_2SO_4 duoda sulfatus $CaSO_4$, $MgSO_4$, $KHSO_4$, Na_2SO_4, $CuSO_4$, $FeSO_4$, $ZnSO_4$;
3) azotrūgštė (Salpetersäure, азотная кислота) HNO_3 (skystis kaip vanduo), duoda nitratus: $NaNO_3$ (Čili salietra), KNO_3 (Kalio salietra) ir kt.

Silpnesnės rūgštys:

1) Sieros dioksidas (Schwefelige Säure) SO_2 aštrios dujos su H_2O duoda rūgštį H_2SO_3, kurios druskos yra sulfitai; jos 5—10% jau betonui kenksminga.
2) Fosforrūgštė (Phosphorsäure, фосфорная кислота) ir superfosfatas.
3) Sierovandenilis (Schwefelwasserstoff) H_2S jungiasi su O ir gaunama sierarūgštė taip: $H_2S + 4 \cdot O = H_2SO_4$, kuri iš cemento atima CaO ir duoda:

$$H_2SO_4 + CaO = CaSO_4 + H_2O;$$

$CaSO_4$ su vandeniu kristalizuojasi į $CaSO_4 \cdot 2H_2D$ — gipsą ir betoną plėšia.

Reikia pastebėti, kad $CaSO_4$ vandeny sunkiai tirpsta, mažai išsiplauna, bet jo besirandąs vis didesnis kiekis betoną pučia, suardo (zersprengt). Rūgštis H_2S yra silpna, jos druskos — sulfidai, pavyzdžiui, FeS_2 — gelžvyris ir kt.

4) Angliarūgštė (Kohlensäure) CO_2: $CO_2 + CaO = CaO \cdot CO_2 = CaCO_3$ — netirpsta, neišsiplauna, o $CaO \cdot (CO_2)_2 \cdot H_2O$ — tirpsta, išsiplauna, betonas genda.
5) Chloro vanduo (Chlorwasser): Cl — yra žalsvos dujos; vanduo, prisigėręs chloro dujų, yra chlorinis vanduo [$(H_2O + Cl = HCl(OH)$].
6) Bromo vanduo (Bromwasser): Br — yra skystas metaloidas, kaip chloras duoda HCl, taip bromas duoda HBr ir druskas — b r o m i d u s.
7) Jodo vanduo (Jodwasser): Jodas (J) — yra smulkūs blizgą rusvi lapeliai, vandeny lėtai tirpsta ir duoda rūgštį HJ; jos druskos — j o d i d a i (KJ ir kt.).
8) Florrūgštė (Fluss-säure) HF (dujos); jas sugerdamas, vanduo smilksta, tirpdo stiklą, todėl laikomas parafino ir platinos induose; HF iš cemento išjungia SiO_2 ir sudaro H_2SiF_6; druskos — f l o r i d a i[1]) (CaF_2 ir kt.).
9) Siera (Schwefel) S dega, oksiduojasi į SO_2 dujas.

B. O r g a n i n ė s r ū g š t y s (Organische Säuren, органические кислоты).

1) Actarūgštė (Essigsäure) CH_3COOH iš alkoholio C_2H_5OH; gaunama iš alaus ir vyno, jos druskos yra a c e t a t a i, ir kalcio (Ca) acetatas betonui kenksmingas. Acto rūgšties 3% vandenyje sudaro valgomąjį actą.
2) Pieno rūgštis (Milchsäure) $CH_3 \cdot CHOH \cdot COOH$ betone daro (per geležies sulfidą) žalias dėmes; jos druskos — l a k t a t a i; perkamas 50%, atrodąs kaip sirapinis skystis; susidaro, rūgstant pienui, alui ir kt.
3) Skruzdžių rūgštis (Ameisensäure) HCOOH, jos druskos — f o r m i a t a i.
4) Kailiaraugė rūgštis (Gerbsäure, дубильная кислота) veikia į cemento Fe_2O_3 ir duoda juodas dėmes.
5) F o r m a l d e h y d[2]) — nuodingos dujos, vartojamos gyvenamų patalpų dezinfekcijai; praskiestas vandeny duoda formaliną ir kt. Formaldehyd, maišomas su fenolu (Phenol), duoda labai gerą medžiagą b a k e l i t ą (Bakelit), kuris atrodo kaip ragas ar medis ir vartojamas radio aparatams, lėkštėms, izoliatams ir kt.; yra svarbi medžiaga.
6) Cukrus (Zucker) $C_6H_{12}O_6$ — burokų cukrus. Cukrus veikia seną betoną, bet katastrofiškai veikia gaminamą betoną: jau su 0,2% cukraus pasaldintas vanduo daro betoną nekietėjančiu, minkštu ir, klojinius su pastoliais nuimant, gali įvykti pastato katastrofa. Cukraus junginiai su kalkėmis — s a c h a r i t a i.
7) Rūgstaskysčiai (Gärflissigkeiten) rūgdami daro alkoholį, CO_2, actarūgštę (Moselwein'as ir kt.).

---

[1]) F — fluor; lietuviškai — fluoras, jo druskos — fluoridai, o tariant trumpiau, sakoma floras, floridai.

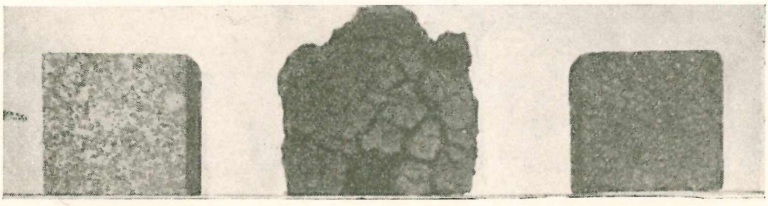
[2]) Formaldehyd yra skruzdžių aldehidas.

8) Vaisių sultys (Frucktsäfte) teikia vioskių organinių rūgščių ir labai gadina betoną.
9) Vyninė rūgštis (Weinsäure) duoda vyno akmenį (Weinstein), kuris baltų miltelių pavidalu tfrpsta vandeny; vyninės rūgšties druskos — tartratai. Vyninė rūgštis gero betono neįveikia.
16) Oksalinė rūgštis (Oxalsäure) — dobilų rūgštis (Kleesäure) — duoda druskas oksalatus (oxalate).
11) Alkoholis (Alkohol) C_2H_5OH duoda druskas alkoholiatus, mažina betono tvirtumą.
12) Metilo alkoholis (Methylalkohol) CH_3OH kenkia sveikatai, nuodija, o betono tvirtumą mažina.
13) Glicerinas (Glycerin) atima CaO iš cemento, sudaro kalkių glicerino junginį, kuris tirpsta vandeny ir išsiplauna.
14) Aliejaus rūgštis (Ölsäure).

Pastaba: Kietas vanduo (su $CaCO_3$) betonui gaminti ne kenksmingas. Vandens kietumas esti laikinis, kada, vandenį virinant, ištirpusi druska iškrenta, kaip $CaCO_3$, ir nuolatinis, kada ištirpusi druska vandenį virinant neiškrenta, pvz., $CaSO_4$. Vis dėlto švaresnis vanduo yra geresnis. Bazės ir rūgštys duoda druskas ($NaOH + HCl = NaCl + H_2O$). Žymiai veikia betoną tik druskų tirpalai ir dujinių rūgščių prisigėrę vandenys, t.y. rūgščių skysčiai.

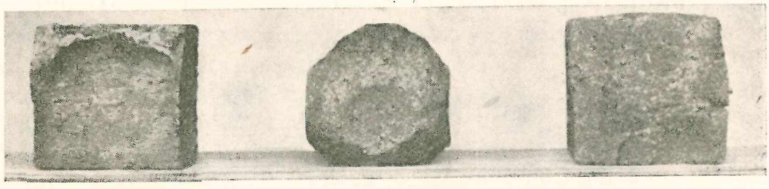
Bandymų rezultatų pavyzdžiai

Betonas, gulėjęs vandenyje (H_2O) | Betonas, gulėjęs linų aliejuje | Betonas, gulėjęs druskos rūgštyje (HCl)



1163 vaizd. | 1164 vaizd. | 1165 vaizd.

Natrio sulfate ($NaSO_4$) | Magnio sulfate ($MgSO_4$) | Sieros rūgštyje (H_2SO_4)



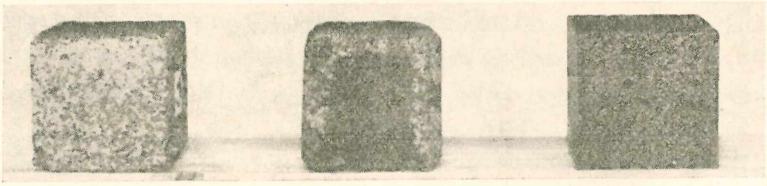
1166 vaizd. | 1167 vaizd. | 1168 vaizd.

Karčioji druska $MgSO_4 + CaO = CaSO_4 + Mg(OH)_2$
ištirpsta | sunkiai tirpsta | betoną ardo

Betonitai, gulėję sieros rūgštyje (H_2SO_4)

blogai nuteptas (izoliuotas) | geriau nuteptas (izoliuotas) | gerai nuteptas (izoliuotas)

1169 vaizd.

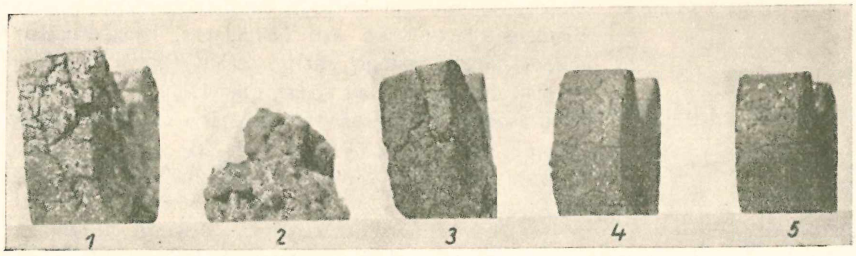


Ammoniumsulfat'as atima iš cemento kalkes CaO ir duoda betoną pučiantį gipsą $CaSO_4$: $(NH_4)_2SO_4 + CaO = \underbrace{CaSO_4}_{\text{pučia}} + \underbrace{NH_4(OH)}_{\text{amoniakas (Salmiakgeist)}}$

portl. cem. po 8 mėn.	aukšt. r. cem. po 6 mėn.	aukštakr. cem. po 8 mėn.	portl. cem. po 7 mėn.	lydcementis po 6 mėn.

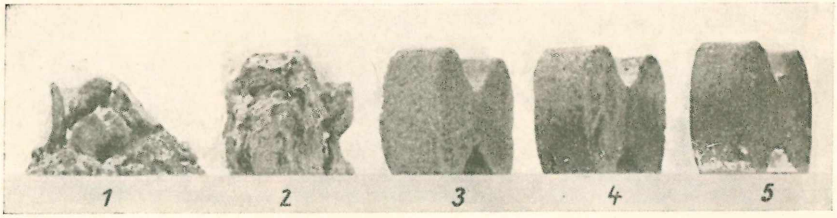
1170 vaizd.

(Pagal Probst und Dorsch)



Glauberio druskos (Natriumsulfat Na_2SO_4) tirpalo veikimas į betonus su įvairiais cementais.

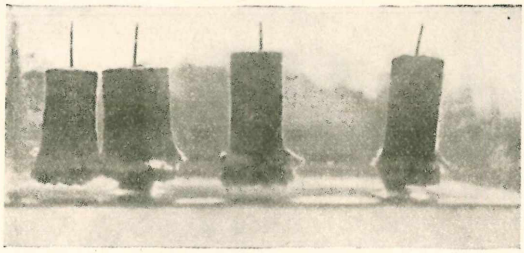
1171 v.



portl. cem· po 8 mėn.	aukšt. rūš. cem. eo 6 mėn.	aukštakr. cem. po 8 mėn.	portl.-djurcem. po 7 mėn.	aliumin. cem. po 6 mėn.

Pieno rūgštis, turinti 15% stipr., per 8 d. jau žymiai suėda portlandcementą[*]).

1172 vaizd.

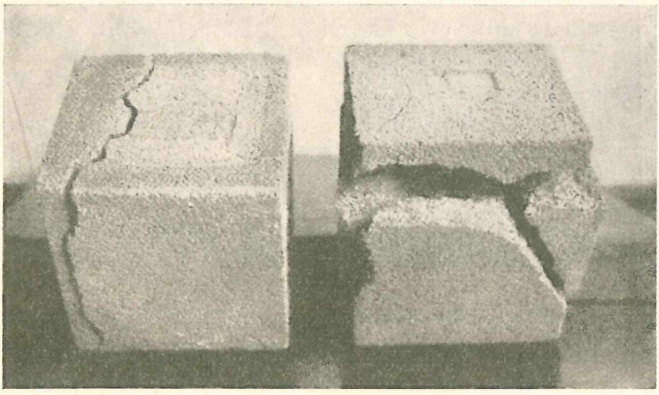


(Pagal Mrozek ir Dyrenfurch)

*) Pieno rūgšties formulė: $CH_3 \cdot CHOH \cdot COOH$.

Ammonnitrat'o 2,5% tirpale gulėję portlandcemento betoniniai pavyzdžiai labai paveikti, suirę. 0,5% tirpalas jau veikia betoną blogai, jį ardo.

[Ammonnitrat'as $(NH_4)NO_3$ tirpalas blogai veikia]



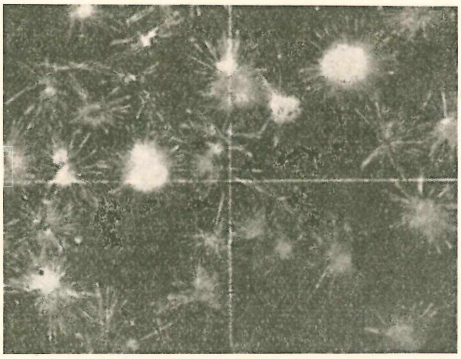
(Pagal Mohr'ą) 1173 vaizd.

Atsiradęs betone gipsas $CaSO_4$ veikia cemento Al_2O_3 ir CaO ir su vandens 30 molekulių kartu kristalizuojasi į *calciumaluminiumsulphat'ą* (cemento bacilos) pagal Michaelis'ą taip:

$$Al_2O_3+3CaO+3CaSO_4+3\cdot OH_2O,$$

reikalauja daug vietos, kečiasi ir sprogdina betoną (žr. 1174 vaizdą).

Cemento bacilų veikimo 4 stadijos.



(Pagal Passow) 1174 vaizd.

Sulfatai, kurie tirpsta vendeny, visi yra cementui ir betonui pavojingi, nes jie galų gale duoda susidaryti betoną sprogdinančiam kalcio-aliuminio sulfatui. Tokie sulfatai (druskos) yra šie:

1) Natrio sulfatas (Na_2SO_4 — Glaubero druska).

2) Kalio sulfatas (K_2SO_4).

3) Ammonium'o sulfatas $(NH_4)_2SO_4$

4) Kalcio sulfatas ($CaSO_4$).

5) Stroncio sulfatas ($SrSO_4$).

6) Vario sulfatas (vario vitriolis). $CuSO_4$; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ — mėlyna druska (mėlynasis akmenėlis).

7) Magnio sulfatas $MgSO_4$ — karčioji druska [$MgSO_4 + CaO = CaSO_4 + MgO$].

8) Cinko sulfatas ($ZnSO_4$).

9) Aliuminio kalio sulfatas [alūnas = $KAl(SO_4)_2 + 12\,aq$].

10) Aliuminio sulfatas [$Al_2(SO_4)_3$].

11) Švino sulfatas ($PbSO_4$).

12) Mangano sulfatas ($MnSO_4 + 4\,aq$) ir Mangani sulfatas [$Mn_2(SO_4)_3$].

13) Geležies sulfatas = geležies vitriolis $\underbrace{FeSO_4 + 7\,aq}_{\text{Ferrosulphat}}$ (žali kristalai) ir $\underbrace{Fe_2(SO_4)_3 + 9\,aq}_{\text{Ferrisulphat}}$ (balta druska)

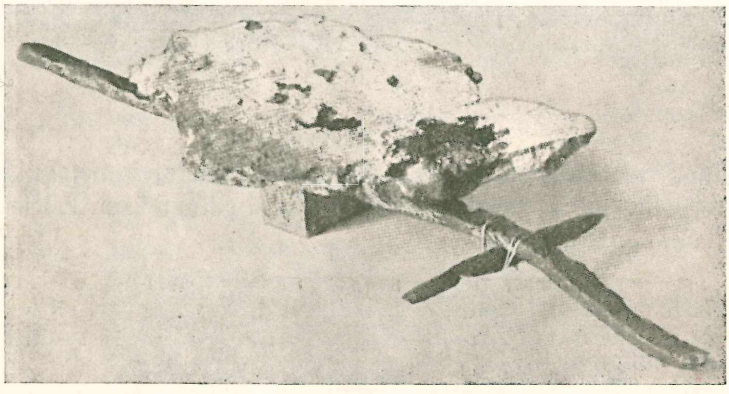
14) Nikelio sulfatas ($NiSO_4$).

15) Kobalto sulfatas ($CoSO_4$).

Praktikos reiškinių pavyzdžiai

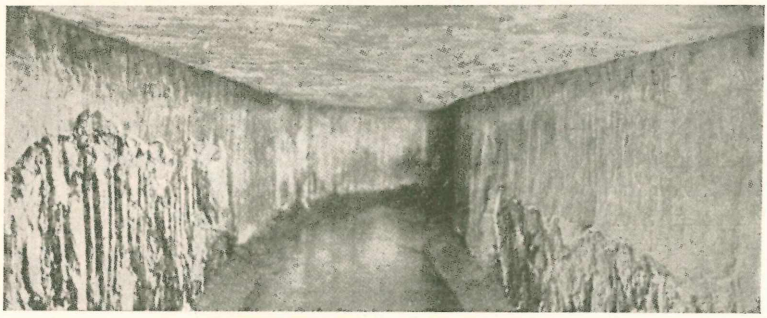
Chlormagnezijos šarmo (Chlormagnesiumlauge) blogas veikimas į gelžbetonį: portl. cemento betonas ir geležis smarkiai genda

($MgCl_2 \cdot 6H_2O$ — balta druska vandeny tirpsta, duoda šarmą).



(Pagal Suenson) 1175 vaizd.

Nuo perdidelio kiekio betone atsiradusio sulfato ($CaSO_4$) Gelsenkirchen'e sugedusio miesto kanalo blogas vaizdas (žr. 1176 vaizd.)



1176 vaizd.

Sierovandenilis H_2S, atsirandąs miesto kanaluose, pritraukdamas iš oro deguonį (O), duoda sieros rūgštį, kuri veikia cementą, iš jo atima kalkes (CaO) ir formuoja betonui kenksmingą sulfatą ($CaSO_4$) pagal šį procesą:

$$H_2S + 4 \cdot O = H_2SO_4 \text{ ir toliau } H_2SO_4 + CaO = CaSO_4 + H_2O.$$

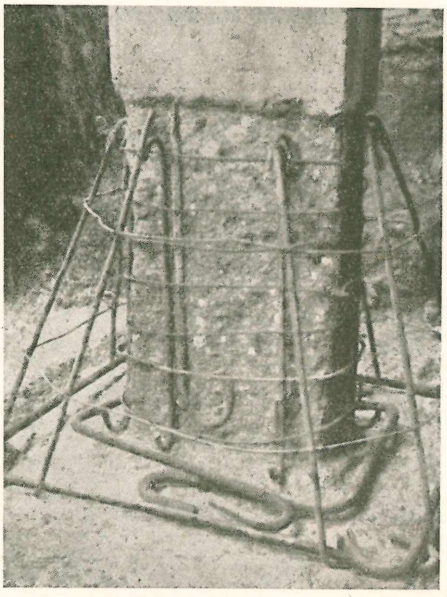
Jei susidaro SO_3, tai ir jis su H_2O duoda H_2SO_4.

Padaryti kanalo sveiko betono ir sugedusio betono analizai parodė, kad sveikas betonas turėjo kenksm. (SO_3) tik 0,29—0,3%, o sugedęs (1,51% —15,1%) SO_3 (sieros anhidrido).

Nuo druskuoto gruntinio vandens pagadinta kolona

1176 vaizd.

Pagadintas betonas pašalintas; silpna vieta sustiprinta nauja armatūra



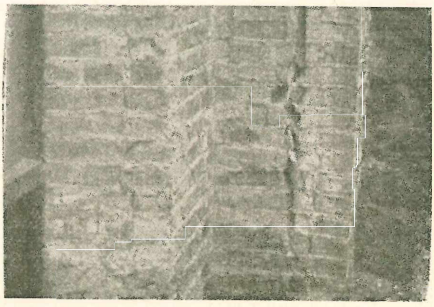
1178 vaizd.

Kolonos silpnoje vietoje padėta nauja armatūra užbetonuota riebiu betonu

1179 vaizd.

Mūriniai stulpai, iš klinkerio su portlandcementu sumūryti, varvančia iš viršaus sieros rūgštimi buvo labai sugadinti, bet jų vidurys dar buvo sveikas. Sugadintos dalys buvo nukaltos, pašalintos; po to apdėta geležies armatūra ir užbetonuota (1 : 4) su aukštakrosniu cementu (Hochofencement ir iš viršaus su „Inertol“ nudažyta, kad apsaugotų nuo sierarūgšties įsisunkimo.

1181 vaizd.

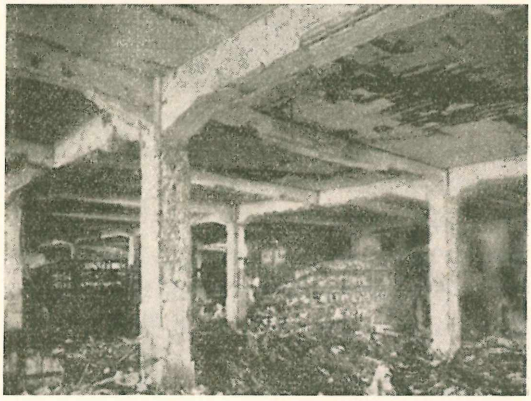


1180 vaizd.

Betonas jūroje nuo jūros vandens po apaugančiomis kerpėmis (Seetang) labai genda (Helgoland), o ypač tada, kai kerpės šunta, kirmija. (žr. 1182 vaizd.)

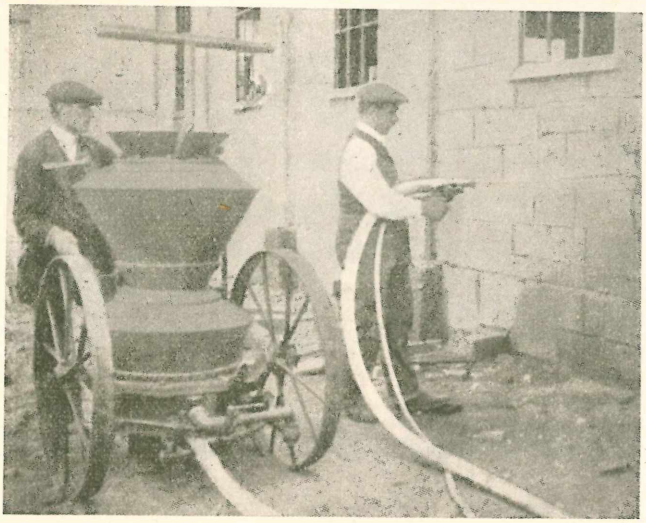
1182 vaizd.

Hamburge gelžbetoninis sandėlis Karstadt per gaisrą labai nukentėjo, bet nesugriuvo. Nuvalytos dalys buvo sėkmingai atnaujintos Torkret tinkavimo būdu (žr. 1183—4 v.)



1183 vaizd.

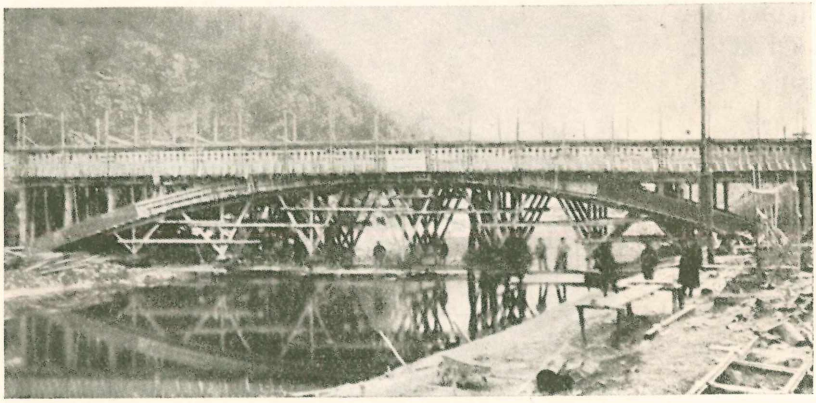
Betono remonto darbams ir naujam tinkui normali cementinio skiedino purkšlė (Normale Cementkanone „Torkret")



1184 vaizd.

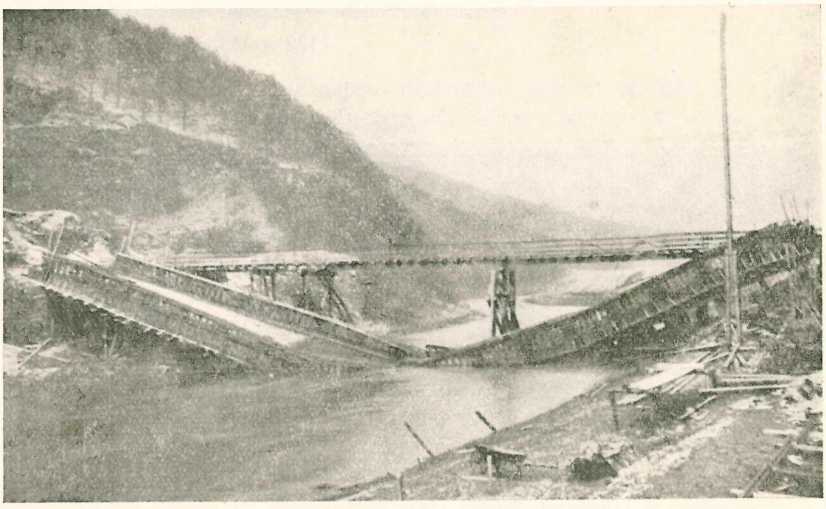
Pastolių nuėmimo laikas

Pastolius galima nuimti tik tada, kada betonas yra sukietėjęs. Pastato atsakomingas dalis baigiant betonuoti, reikia padaryti sau ir pavyzdžius, kad jais galima būtų patikrinti betono pastate sukietėjimą. Vien pavyzdžiais



1185 vaizd.

tikrinti, juos perspaudžiant ir sužinant betono įgautą atsparumą, nepakanka, o, prieš nuimant pastolius, reikia betoną ar gelžbetonį butinai pačiam statytojui išbildenti plaktuku ir įsitikinti, kad betonas ar gelžbetonis visur maždaug vienodai gerai skambus, reiškia gerai sukietėjęs. Kada ir pavyzdžiais ir išbildenimu bus surasta, kad betonas jau pakankamai sukietėjęs tai tada tik galima pastolius nuimti.



1186 vaizd.

Tilto katastrofa įvyko nuo blogai sudaryto betono, jo nevykusio suplūkimo ir netvarkingo pastolių nuėmimo (Prof. Dr. R. Grün, Der Beton, Berlin, 1937).

Pagal vokiečių „Des deutschen Ausschusses für Eisenbeton“ taisykles pastoliams išimti terminai, kada temperatūra stovi aukščiau 5° C, yra kaipo minimum šie:

1	2	3	4	5
Panaudotas cementas	Balkių ir kolonų šoniniai klojiniai	Perdengimų klojiniai	Balkių kolonos ir didesni perdengimai	Pastaba
Portlandcementas	po 3 dienų	po 8 dienų	po 3 savaič.	Prie didelių kolonų ir įrengimų, o taip pat šaltesniam orui esant, nurodyti terminai apie 2 kart didesni
Aukštos rūšies cementas	po 2 dienų	po 4 dienų	po 8 dienų	

Be to, pastolius ir klojinius reikia šalinti statiškai tvarkingai ir nesukrečiant jaunų konstrukcijų. Pastolių nuėmimas yra paskutinis statybos darbų svarbus momentas. Vaizdai 1185 ir 1186 rodo vieno užsieniuose statyto gelžbetoninio tilto ivykusią, pastolius nuimant, katastrofą. Yra žinių ir apie kitas katastrofas.

Visus žmogaus žygius lydi laimė ir nelaimė; atsargumas veda prie laimės ir džiaugsmo, jo stoka — prie nelaimės, nuostolių ir vargų, todėl visada žmogui, ypač technikui, tos laimės reikia norėti, ieškoti sau ir kitiems, o nelaimės saugotis, bijoti.

Niekas pasaulyje susisiekimo ir statybos katastrofų ir kitų nelaimių visai išvengti negali, bet vis dėlto reikia imtis visų priemonių ir stengtis, kad jų nebūtų; reikia pažinti ir plačiau žinoti katastrofų priežastis.

Skubiai statant Kauno miesto didelį gelžbetoninį autogaražą Šančiuose, ištiko (1937 XII - 11) nelaimė, jų didžioji dalis sugriuvo. Tatai įvyko žiemos metu, paskutinius darbus užklupus šalčiams, kada skubiai buvo dar baigiami darbai: garažo grindims plūkiamas pamatas, klojamas betonas, vedama vidinė kanalizacija, tranšėjose pagal sienas ir viduryje tarp kolonų, iš po perdengimų pašalinami pastoliai (ramsčiai ir klojiniai), patalpų stiklavimas ir k. Prieš katastrofos dieną visą naktį siautė didelė audra — pūga, ir vietomis stogą užvertė giliu sniegu. Vėjo smūgiai iš viršaus į stovintį pakalnėje autogaražą ir jauno pastato didelio stogo sniegu apkrovimas, žinoma, prie katastrofos įvykimo prisidėjo. Miesto savivaldybės ūkiškų aplinkybių verčiamas amerikonišku būdu per pusmetį atlikti milioninio pastato darbus bandymas nepavyko, ir štai dėl ko: nesuspėta prieš darbus gerai-galutinai išdirbti bendro projekto, aiškiai ir tiksliai apskaičiuoti gelžbetonio visas konstrukcijas ir padaryti detalius darbo brėžinius (jų nepilnumas neigiamai paveikia į konstrukcijos tobulumą); neturėta skubiems atsakomingiems dideliems darbams reikalingų mašinų ir įrankių (betonui maišyti betonierių ir jam plūkti, vibruoti vibratorių); ne rangovų pagalba, o ukio būdu atliekamiems skubiems dideliems darbams nebuvo sudarytos specialios prityrusios, už darbus atsakingos, nuolatinės technikinės organi-

zacijos, neturėta iš anksto paruoštų darbams medžiagų, gaunamų iš užsienio (cemento, geležies, stiklo, stogui denginio ir k.), nesuspėta darbų metu atlikti patikrinančių betono ir gelžbetonio tvirtumo bandymų; statybos vieta darbams buvo su trūkumais; pamatams gruntas rastas nevienodas — buvo smėlio, žvyro ir molio, smulkaus ir rupaus, sauso, drėgno ir vandeningo; prie pastato yra neramus geležinkelių depo — parkas su visai arti ištisai garažo sienos einančia geležinkelio iešmine šaka, kuria važinėjo garvežiai ir kenksmingai trankė jaunas, dar nesukietėjusias gelžbetonines garažo perdengimo plačias konstrukcijas.

Be to, terminuotų darbų skubotumo dėliai, pasirodo, vienkart buvo atimami iš perdengimų pastoliai — ramsčiai ir klojiniai ir visame garažo dideliame plote daromos grindys, išpilant, kietinant plūktuvais joms pamatą, kur pakliūdavo ir sušalusio grunto, sunkiai sukietinamo, kad atšylant nesisėstų; prie vienos kertinės kolonos (žiemių-vakarų kampe arti geležinkelio) ir vienos vidurinės kolonos į gilias jų pamatams duobes, kliuvo, kaip yra liudyta, daugiau sušalusio grunto, todėl jis čia, kad ištirptų, buvo apipilamas karštu vandeniu, kur jis, žinoma, iš dalies galėjo pakliūti ir po kolonų pamatais, kai kur suminkštindamas popamatį ir kenkdamas kolonos nusistovėjusiai pusiausvyrai. Būsto šildymo laikinės krosnelės ir vandeniui šildyti katilai buvo kūrenami malkomis ir akmens anglimis, kurių dūmai, kaip tyrimai rodo, turi kenksmingų sieros junginių, veikiančių į cemento CaO ir sudarančių betoną ardantį gipsą ($CaSO_4$); grindims gruntinio pamato ir betono storo sluoksnio plūkimas keliolikos dienų laikotarpyje, žinoma, trankė, drebino atramines sienas, kolonas ir visą perdengimą ir blogai juos veikė. Darbo masinę jėgą sudarė miesto bedarbiai, kurių tarpe pasitaiko ir blogos valios žmonių, ir kai kur darbai galėjo būti sugadinti, konstrukcijos nematomai sužeistos, betono proporcijos neišlaikant, betoną blogai sumaišant, jį blogai suplūkiant, užteršiant arba įmaišant kenksmingą priedą.

Katastrofos liudininkų, dešimtininkų parodymais, katastrofos pradžia prasidėjo nuo dviejų suminėtų kolonų treškėjimo, deformacijos ir jų griuvimo.

Daug statybinių katastrofų įvyksta ne dėl statybininkų neapsižiūrėjimo ir jų kaltės, bet bendrai dėl žmogui nenugalimų gamtos veikiančių jėgų (force majeure, vis major). Tos jėgos pasireiškia nenumatytai, veikia staigiai, nesulaikomai, katastrofiškai. Tokius fors mažer (force majeure) gamtoje apsireiškimus sudaro: viesulas, milžiniškos jūros bangos, nelaukti dideli potvyniai, smarkūs upės ledų pavasario ėjimai, staigus šaltis, viesulinga pūga, audringa perkūnija, žemės drebėjimas, netikėtas gaisras, kenksmingi streikai, perversmai, karas ir daug kitų, galinčių statybai pakenkti apsireiškimų.

Dėl force majeure įvykstančių statybinių katastrofų darbų vedėjai nekaltinami; jie teisiami ir baudžiami, kada katastrofa įvyksta be force majeure veikimo žymių.

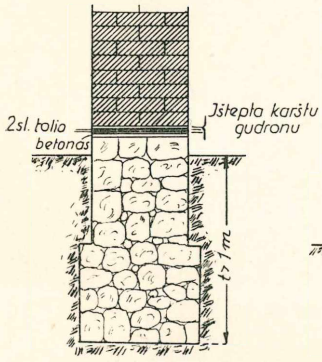
Izoliacija

Kad kenksminga drėgmė nesiskverbtų iš pamatų į sienas aukštyn, o rūsius apsaugotų nuo drėgmės ir vandens veržimosi per sienas ir grindis, reikalinga yra kiekvieno pastato pamatus izoliuoti nuo sienų, o rūsių patalpas apsaugoti nuo jų sienų ir grindų drėgmės.

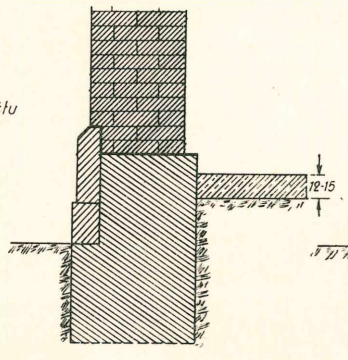
Kalbamai izoliacijai yra vartojamos šios izoliacinės medžiagos:

1. Klotinės: Pirmoji izoliacinė medžiaga buvo beržo tošis, o dabar yra *tolis* (3—2,5—2 mm storio), *„Izoliat"*, *„Asphaltoid"* (4—3—2 mm storio), *„Duranit"* (2—2,5 mm), *„Siebel-Blei-Isolierung"*, *„Siebel-Bitumen-Jut-Pappe"*, *„Teotolith"* (3 mm storio), *„Ruberoid"* (~ 3 mm st. ir 2,3 kg/m²), *„Anduro"*, *„Coriolit"*, *„Durolit"*, *„Permanit"*, *„Bitume Weefsel"*, *„Rexilite"* ir kt. (žr. J. Šimoliūnas, Statyba, I tomas, 260—263 psl.). Kad būtų tikra izoliacija, juos visus reikia karštu gudronu*) priklijuoti padėjimo vietoje ir tvirtai suklijuoti sudūrimo galus, juos perklojant vieną kitu 5—10 cm; darant izoliaciją iš tolio ir plonesnių (apie 2 mm) izoliatų, reikia kloti du sluoksniu, priklijuojant ir tarp savęs suklijuojant karštu gudronu ar kita tam tikslui vartojama medžiaga.

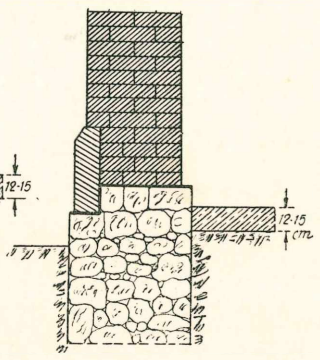
Kaip yra dedama izoliacija tarp pamatų ir viršum jų gulinčių sienų, o taip pat apsisaugant nuo cokolinių vertikalių akmens ar betono plytų prie žemės paviršiaus, reikia žiūrėti 1187—9v.v. juodas linijas.



1187 vaizd.



1188 vaizd.



1189 vaizd.

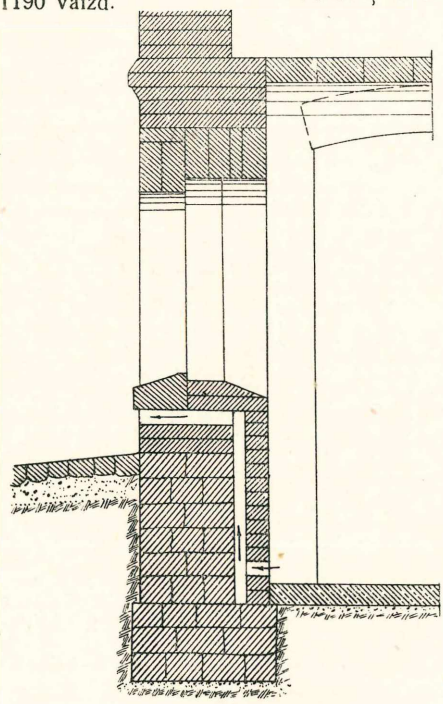
Rūsių sienų ir grindų izoliacijos įvairūs būdai matomi iš 1190—3, 1194—7, 1198—9 ir 1200—23 v.v.; kai kur vaizduose matoma ir orinė ventiliacinė izoliacija, ir kanalai besikondensuojančiam vandeniui išbėgti į išorinį drenažą; ta ventiliacinė izoliacija dažnai buvo vartojama seniau; dabartinė klotinė izoliacija yra modernesnė, tikresnė.

Išorinis drenažas reikalingas daryti taip, kad jis nebūtų žemiau pamato apačios ir netrauktų vandens iš po pamatų, nes traukiamo vandens srovelės pamatus pamažu paplautų, jie sėstųsi, sutrūktų, ir sienos suplyštų.

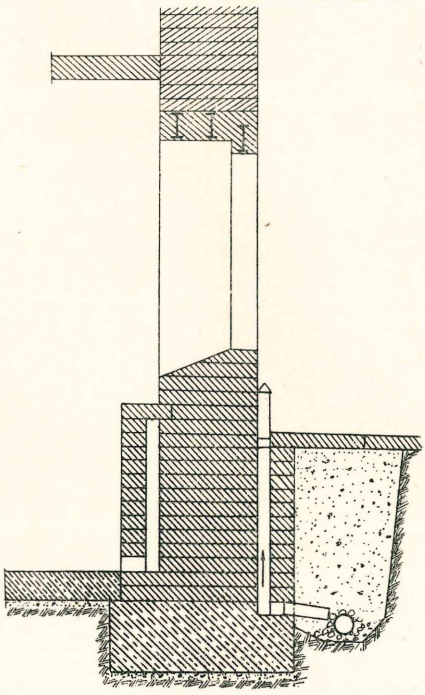
*) Gudronu arba atitinkamais specialiais klijais, kaip, pavyzdžiui, yra klijuojamas karštu spec. klijumi ruberoidas ir k.

Rūsių izoliacijos būdai

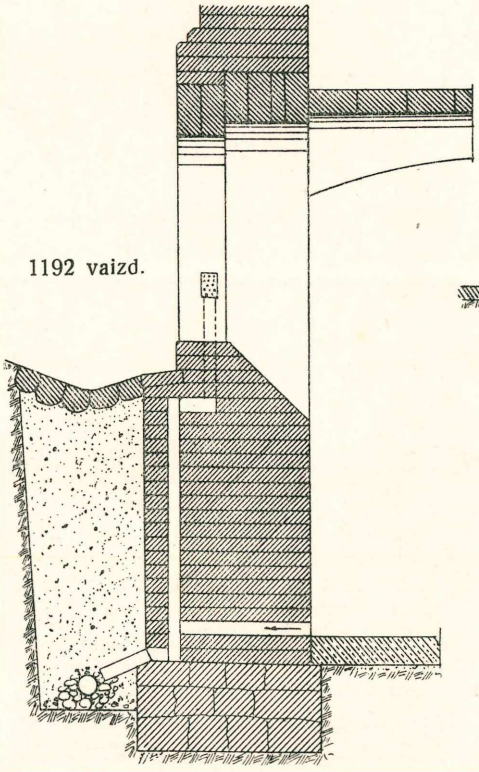
1190 vaizd.

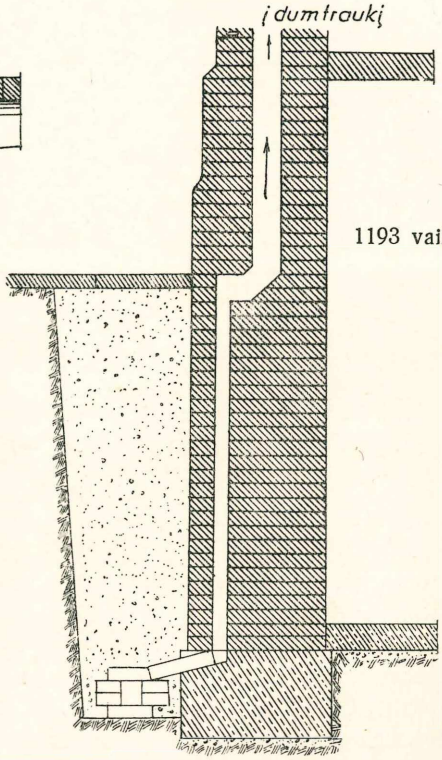


1191 vaizd.



1192 vaizd.

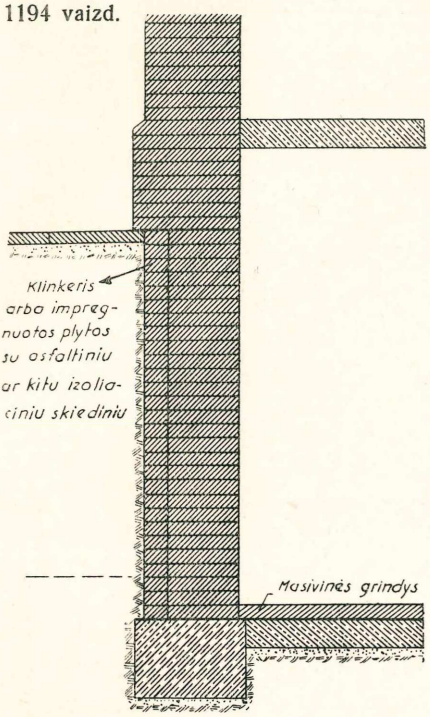




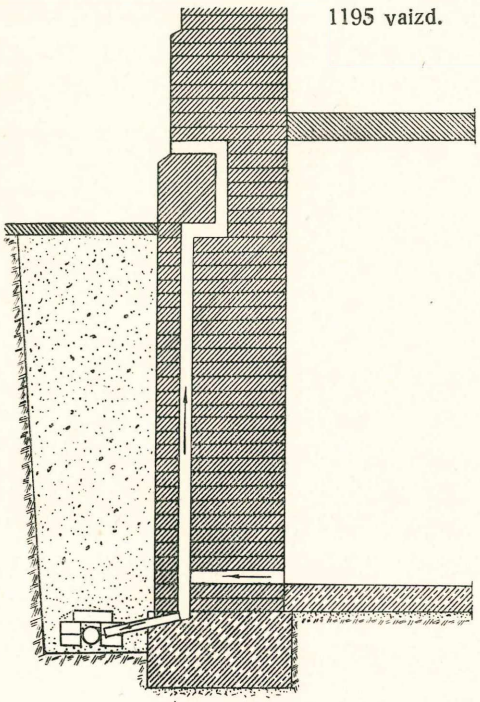
1193 vaizd.

Rūsių izoliacijos būdai

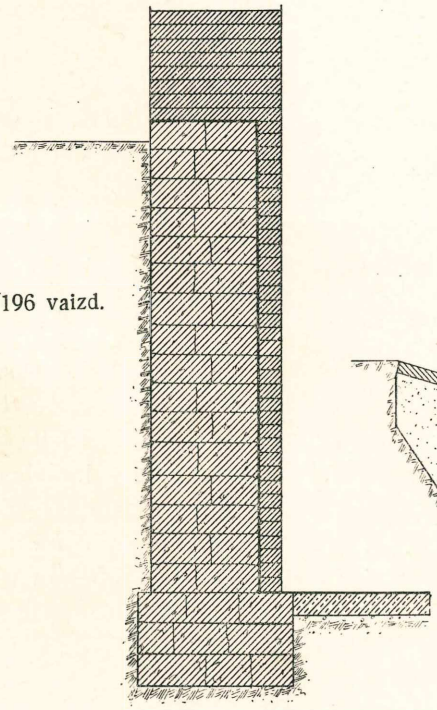
1194 vaizd.



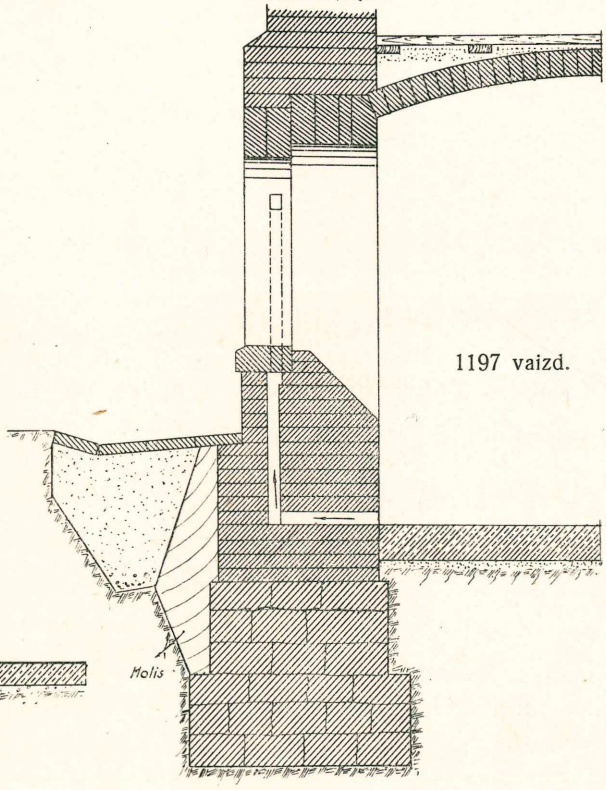
1195 vaizd.



1196 vaizd.



1197 vaizd.



Kai kur pamatus apkloja mintu moliu, kad prie pamatų neprileistų drėkinančio vandens (žr. 1211, 1222—3 v.); tai ypač mėgstama Vokietijoje.

Kad prie pamatų neleistų skverbtis lietaus vandeniui, tai reikia žemę pagal trobesį apkloti kieta pluta iš gero akmens grindinio ar betono plytų su nuolydžiu 3% nuo trobesio į lauko pusę.

Jei gruntinis vanduo stovi aukščiau rūsių grindų per H, tai vanduo veržiasi per sieną ir labiausiai per dugną, kurį vandens stulpas H nori įlaužti į vidų.

Kad įlaužimo neįvyktų, reikia, kad grindys atsvertų tą vandens spaudimą, t.y. būtų h_m storio:

$$h_m = \frac{\gamma_v}{\gamma_b} \cdot H_m = \frac{1}{\gamma_b} H_m .$$

jei $H_m = 2_m$ ir $\gamma_b = 2{,}2$ t/m^3,
tai $h_m = \frac{H}{\gamma_b} = \frac{2}{2{,}2} \cong \mathbf{0{,}9}$ m

Kai kas h_m skaičiuoja pagal Weiss'o formulę:

$$h_m = \sqrt{\left(\frac{b^2}{100}\right)^2 + \frac{b^2 H}{100}} - \frac{b^2}{100},$$ kur

b — grindų plotis tarp sienų.

jei $H = 2$ m ir $b = 6$ m,
tai $h_m = 0{,}56 \sim \mathbf{0{,}6}$ m (betono svoriui ir laužimui)

Padarytas geras drenažas (žr. 1198 v.) grunto vandenį nutraukia ir panaikina jo drėgmę ir spaudimą.

Kada spaudžia išorinis vanduo, tai reikia izoliaciją dėti būtinai iš išorinės pusės, kad vanduo ją prie sienos ir grindų spaustų, jos į vidų neįspaustų.

Išoriniam grunto vandens spaudimui atsparios grindys būna daromos iš gelžbetonio (jei nenorima storų betono grindų) su armatūra į viršų, įmaišant į betoną užakinančios medžiagos ir nebedarant klotinės izoliacijos. Galima vandens spaudimui atsispirti ir atvirkščiomis arkomis, darant jas su karšto gudrono izoliuojančiu skiediniu, arba klojant atskirą izoliaciją po arkomis ar tarp jų (žr. 1199 v.).

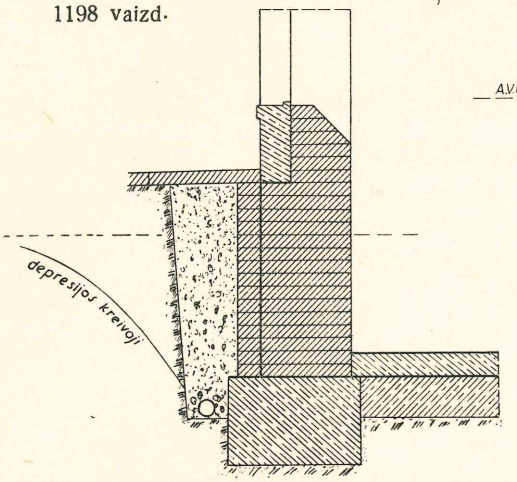
Gerai izoliuotas sienas ir grindis, turint išorinį vandens spaudimą, galima daryti pagal tipą sulig 1204 vaizd.

Bankų seifų patalpoms yra daroma kapitalinė izoliacija su ventiliaciniu aplinkiniu koridoriumi (jis ir sargybinis), kaip nurodyta 1203 vaizde.

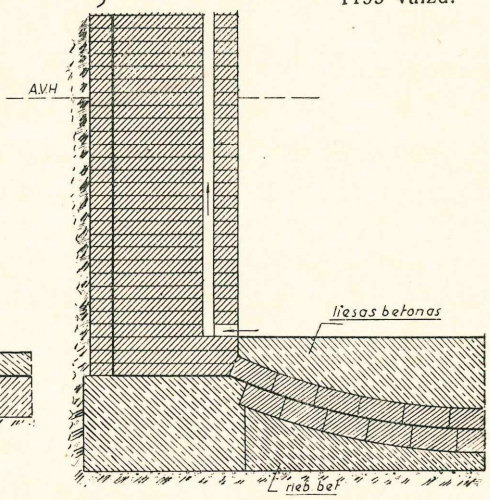
Įdomi yra padaryta sienų ir grindų izoliacija V. D. U-to Fizikos Chemijos Instituto rūmuose, kur yra pogrindžio drenažas ir platus kanalas 0,75 m. aukščio šildymo vamzdžiams ir elektros kabeliams (žr. 1205—6 vaizd.) ir dar kito tipo išvidinė izoliacija, prispausta prie sienų 1 pl. mūro sluoksniu, o prie grindų — betono 0,10 cm storio sluoksniu (žr. 1205—6 v.); čia grindys padarytos iš 20 cm gelžbetonio, 0,1 m smėlio ir plūkto molio sluoksnių, o statybinis rūmams gruntas — kietas molis.

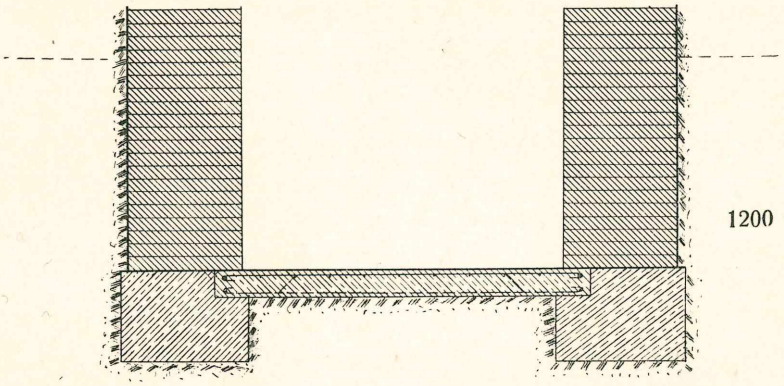
Rūsių izoliacijos būdai

1198 vaizd.

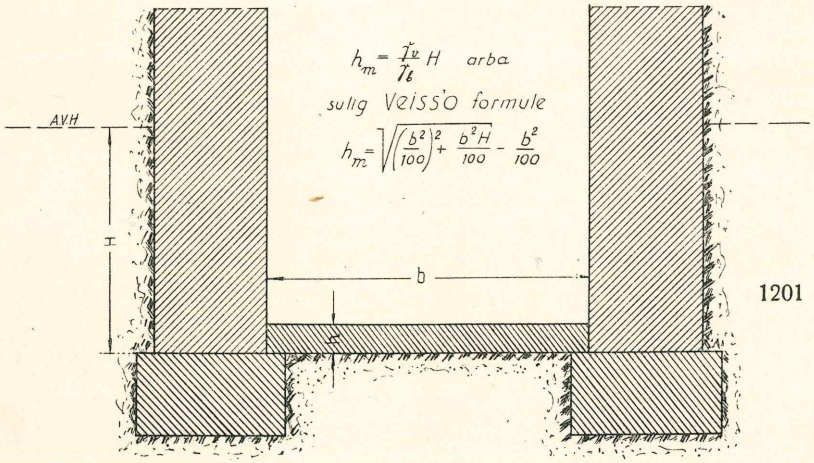


1199 vaizd.



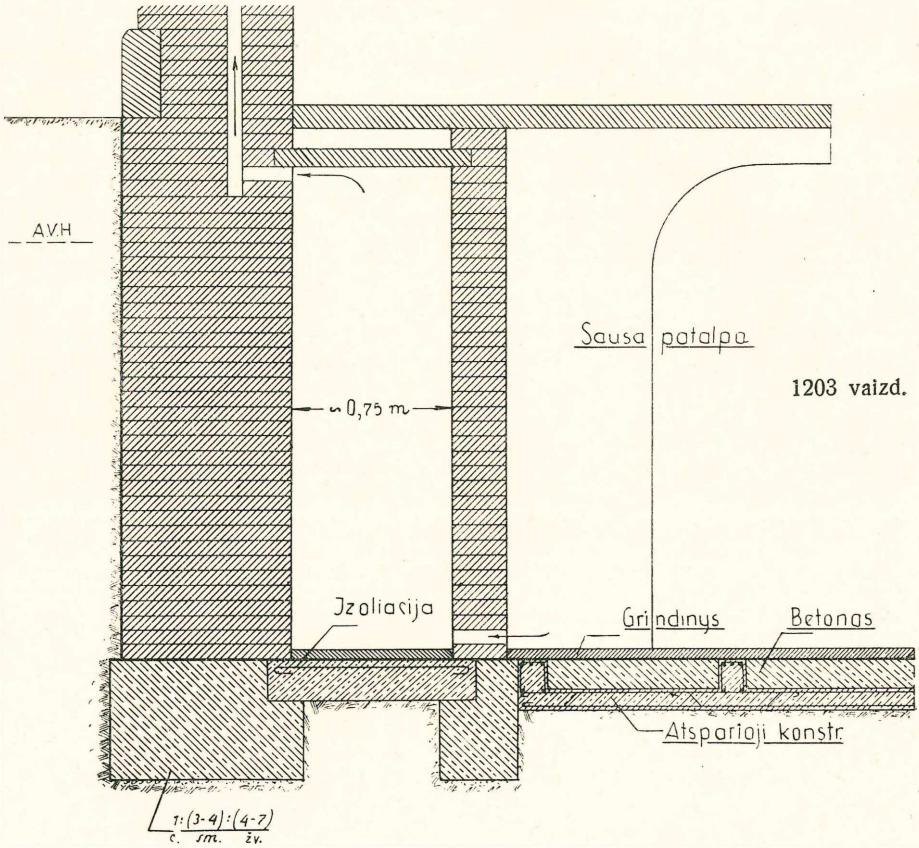


1200 vaizd.

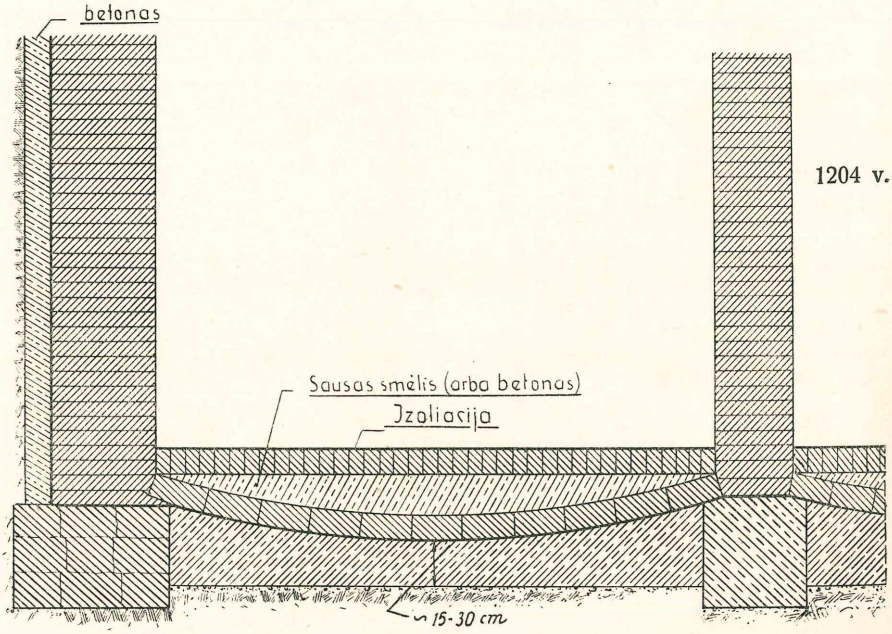


1201 vaizd.

Rūsių izoliacijos būdai

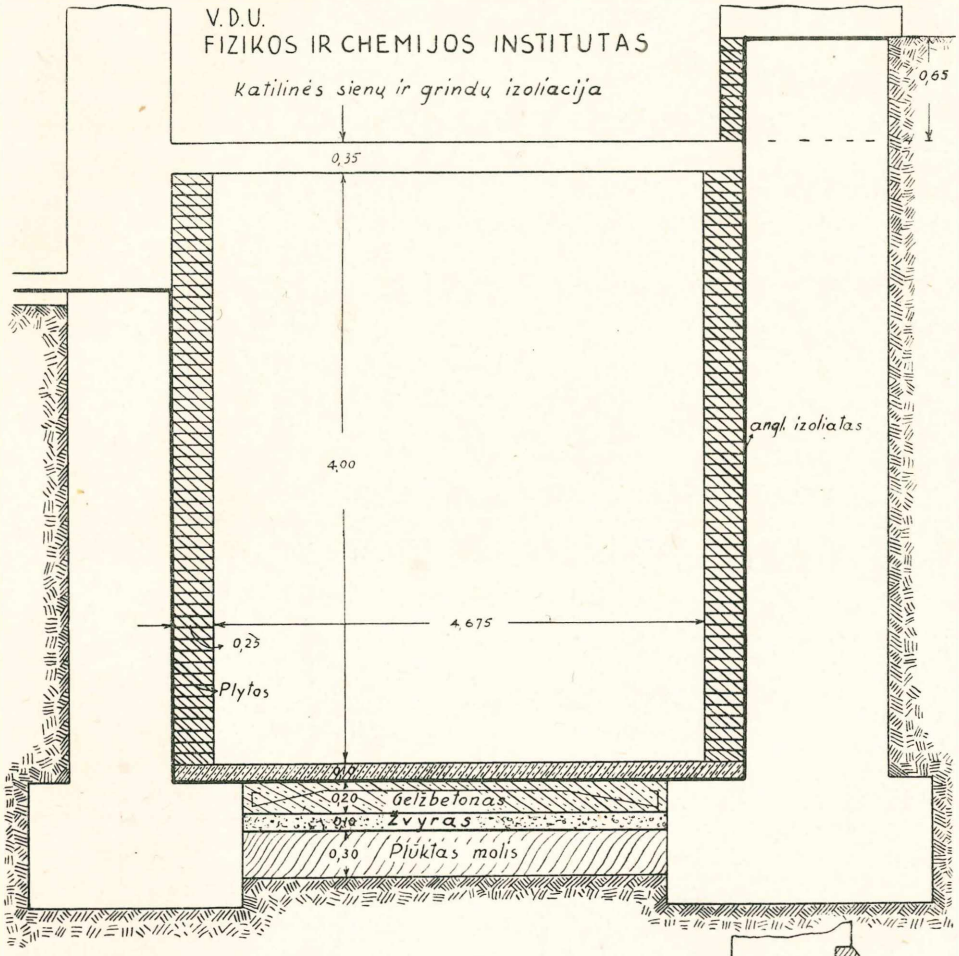


1203 vaizd.



1204 v.

1205 vaizd.

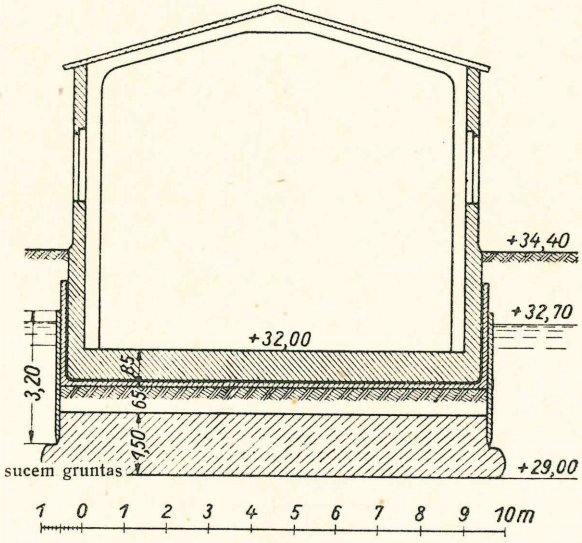


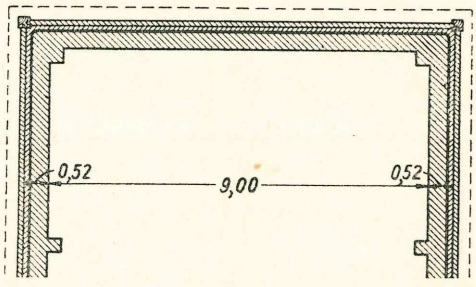
1206 vaizd.

Esant skystam smėliui, galima po pastatu gruntą tarp špuntsienių užcementuoti vamzdžiais purkštuvais, viršum jo gruntą sukietinti, padėti apie 10—15 cm storio betono sluoksnį, išeinant iš vandens horizonto, paskui tą betono dėžinį sluoksnį padėti asfaltoido ar kitą gerą izoliaciją (žr. juodą storą liniją) ir viršum išbetonuoti grindis ir sienas, kaip rodo 1207 vaizdas.

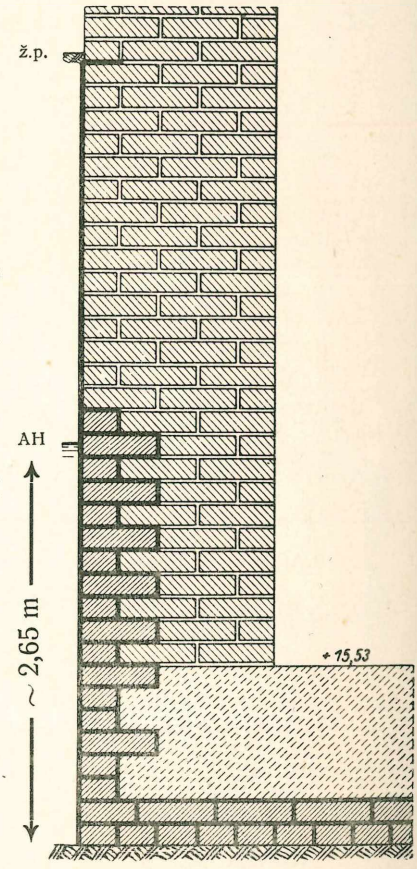
Kada stipras išorinis spaudimas (2,65 m), tai naudinga daryti sienų ir grindų izaliacija iš klinkerinių plytų su karštu asfaltu (žr. 1208 vaizdą).

1207 vaizd.





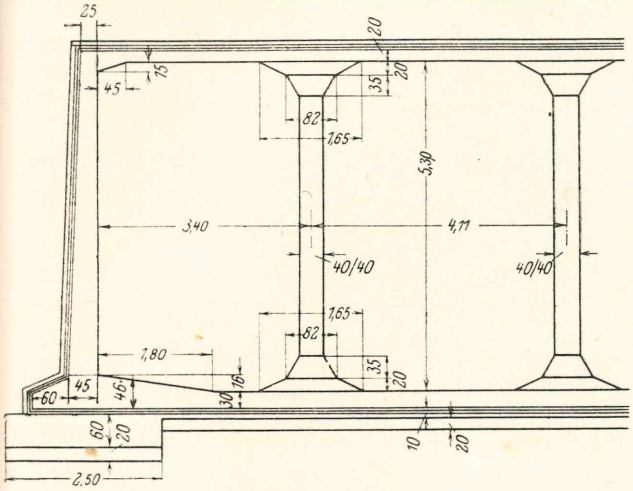
1207a vaizd.



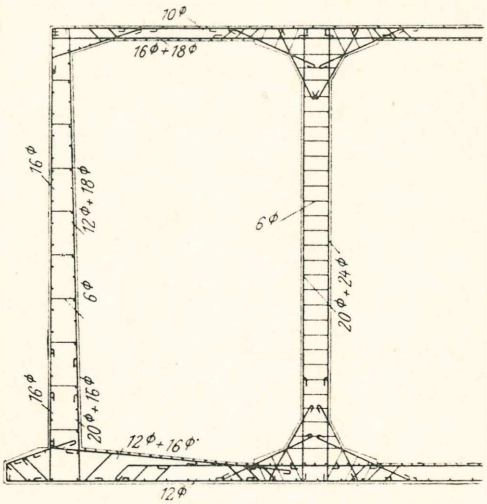
1208 vaizd.

Kai kada tenka daryti rūsių ištisą izoliaciją grindims, sienoms ir luboms. Tokia izoliacija matyti 1209 vaizde. Grindų apačia iš 20 cm storio betono sluoksnio, viršum jo eina 10 cm riebesnio betono sluoksnis, ant jo guli dvigubas izoliacijos sluoksnis, viršum izoliacijos guli Pilz'o grindys; sienos ir Pilzlubės panašiai yra izoliuotos. Vaizdas 1210 rodo tvirtumo gelžbetoninį karkasą.

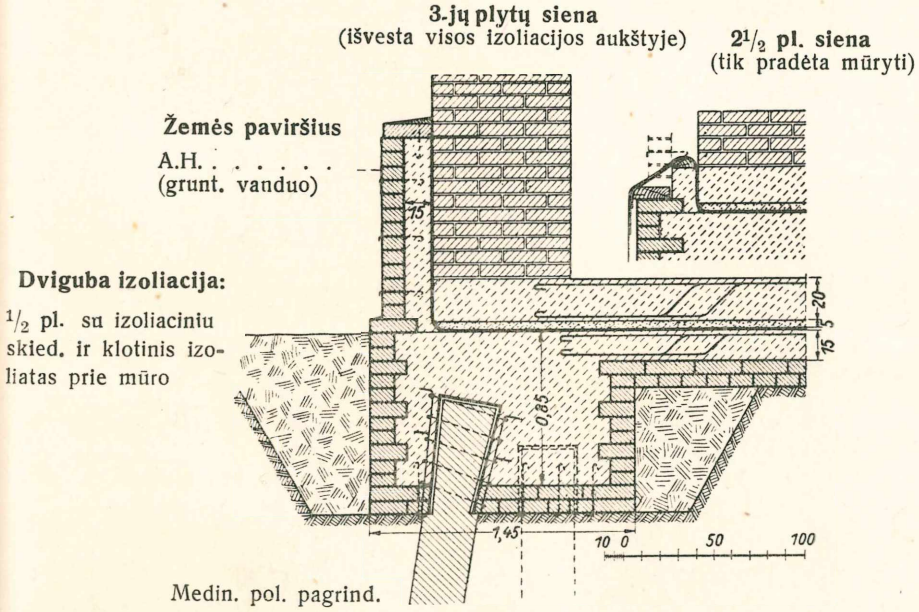
Dvigubos izoliacijos pavyzdį matome 1211 vaizde. Čia išorinę izoliaciją sudaro klinkeris su karštu gudronu, o vidurinė izoliacija padaryta iš klotinės izoliacinės medžiagos; pamatai gelžbetoniniai ant medinių polinių pagrindų.



1209 vaizd.



1210 vaizd.

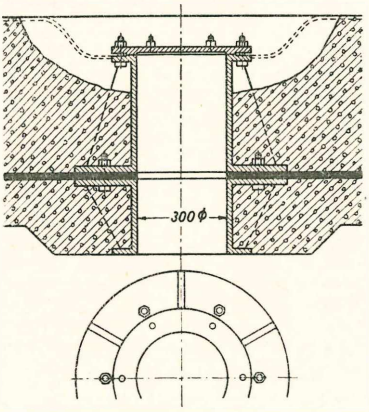


1211 vaizd.

Kada reikalinga per izoliuotą pamatą dėl ko nors turėti praėjimą (pavyzdžiui, šulinį vandeniui pompuoti), tai rekomenduotina turėti tokį metalinį germetiškai dengtą puodą — šulinį (žr. 1212 vaizd.).

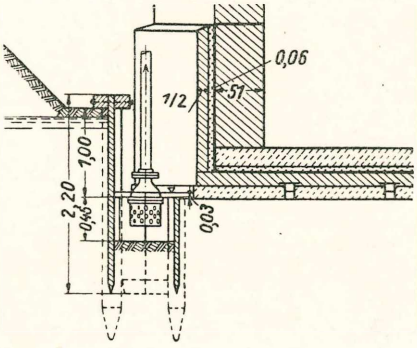
Izoliacijos darbus reikia atlikti sausoje vietoje, todėl iš pamatų vietos reikalinga vandenį pašalinti, padarius šulinius ir pastačius rankines diafragmines pompas (žr. 1214—15 v.v.) arba motorines centrifūgines pompas (Kreiselpumpe) (žr. 1213 v.).

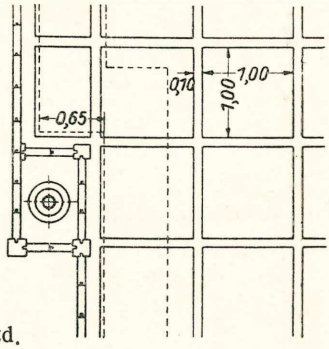
Šulinis vandeniui imti iš pagrindų



1212 vaizd.

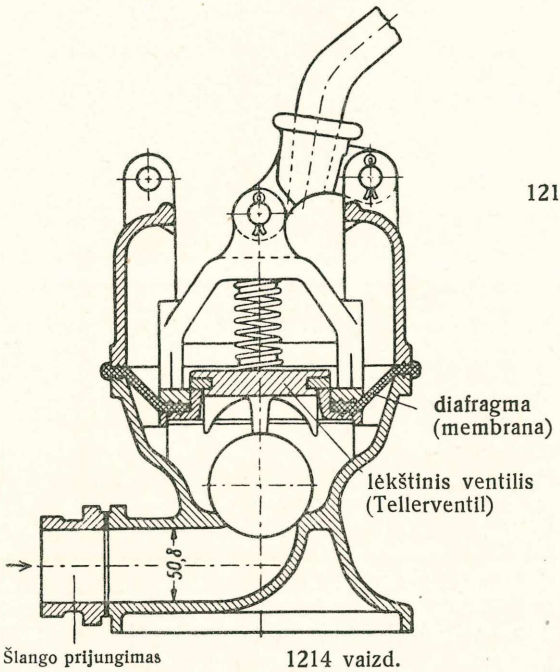
Gruntinio vandens horizonto pažeminimas ir darbų metu palaikymas



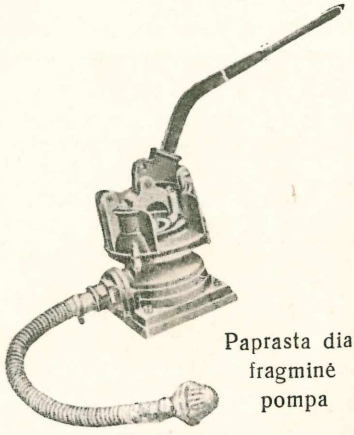


1213 vaizd.

Rankinis čiulpiapompis (Sangpumpe)



1214 vaizd.

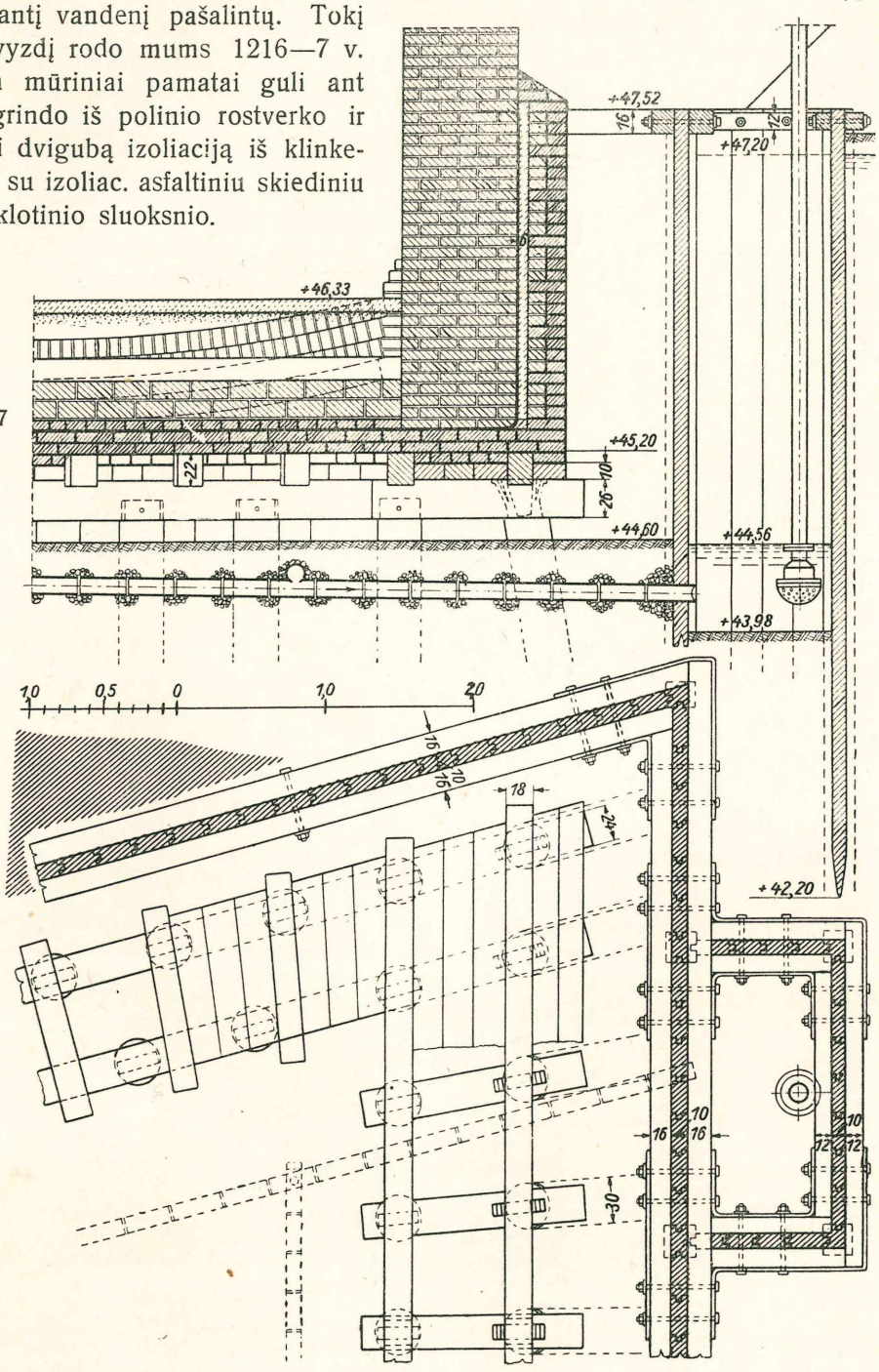


Paprasta diafragminė pompa

1215 vaizd.

Pagrindams ir pamatams konstruoti, o taip pat izoliacijai sausumoje padėti praktikuojamas ir gilus drenažas su šuliniu ir pompomis, kad pritekantį vandenį pašalintų. Tokį pavyzdį rodo mums 1216—7 v. Čia mūriniai pamatai guli ant pagrindo iš polinio rostverko ir turi dvigubą izoliaciją iš klinkerio su izoliac. asfaltiniu skiediniu ir klotinio sluoksnio.

1217 v.

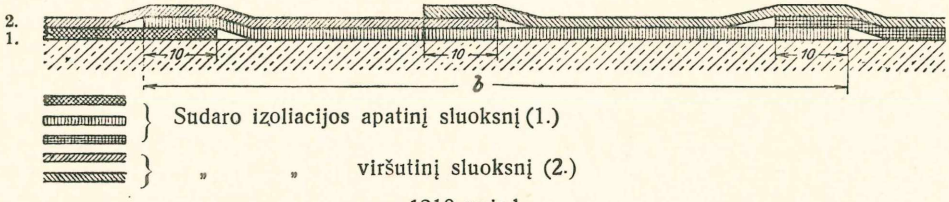


1216 vaizd.

Vienasluoksnis klotinis izoliavimas yra daromas taip, kaip 1218 vaizde parodytas apatinis (1.) suklotas izoliacijos sluoksnis.

Dvisluoksnis izoliavimas reikia daryti taip, kad išilginės ir skersinės suklijavimo siūlės nesutaptų, ir tokio izoliavimo iš pločio *b* izoliato skersinis piūvis būtų pagal 1218 vaizdą (1 ir 2 sluoksniai).

Dvisluoksnis izoliavimas

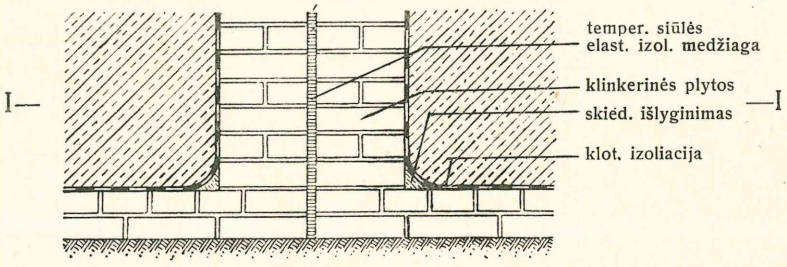


1218 vaizd.

Betono vietoje klinkerio vartojimas

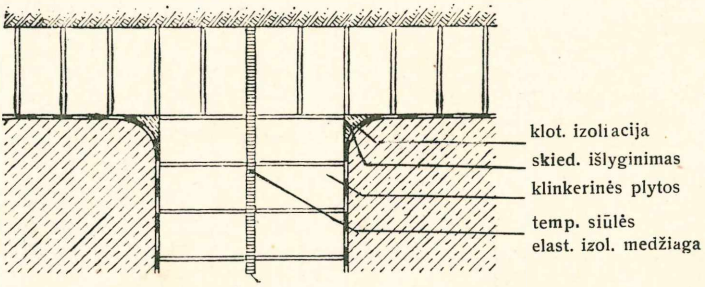
Jei pastato vietoje šiukšlynai, juodžemis, durpės, šlakas, pelenai, kurie šlapdami duoda betonui kenksmingų rūgščių ir šarmų, arba pastatą apsemia balos, durpynai, jūros vanduo ar kanalizacijos, fabrikų srūtos, reikalinga betoną apkloti izoliacija ir apmūryti klinkerin. plytomis (žr. piūvį 1219 vaizd. ir planą 1220 v.).

Vertikalus piūvis



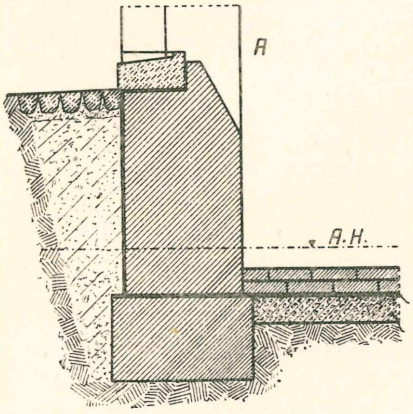
1219 vaizd.

Planas I–I



1220 vaizd.

Rūsinių (1 ir 2) ir berūsių (3) būstų izoliacijos palyginimas



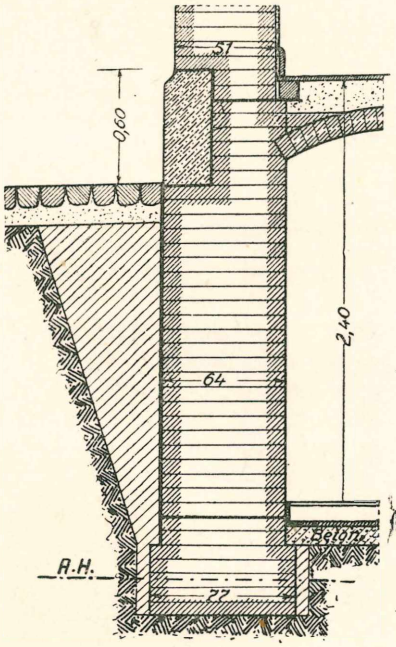
1221 vaizd.

1) Kada gruntinio vandens aukštas horizontas (AH) būna tik nežymiai aukščiau grindų, tai pakanka rūsių grindys iškloti 15—20—25 cm storio betono sluoksniu, viršum jo užlieti asfalto sluoksnį (1,5—1,75—2 cm), kaip pamato izoliacijos sluoksnio tęsinį, ir užkloti grindys 2-jų plytų sluoksniu.

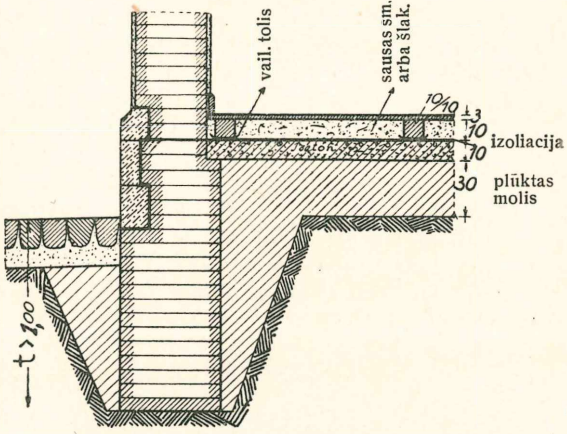
asfalto izoliacija (1,5—2 cm)
betono sluoksnis (15—20—25 cm)
Sienos iš oro pusės apklotos moliu

2) Kada aukštas vandens horizontas (AH) žemiau grindų, tai izoliacija daroma tik nuo drėgmės.

3) Būstuose be rūsių reikia daryti grindis aukščiau žemės paviršiaus ir nuo drėgmės padėti cokolio, pamato ir grindų izoliaciją.



1222 vaizd.



1223 vaizd.

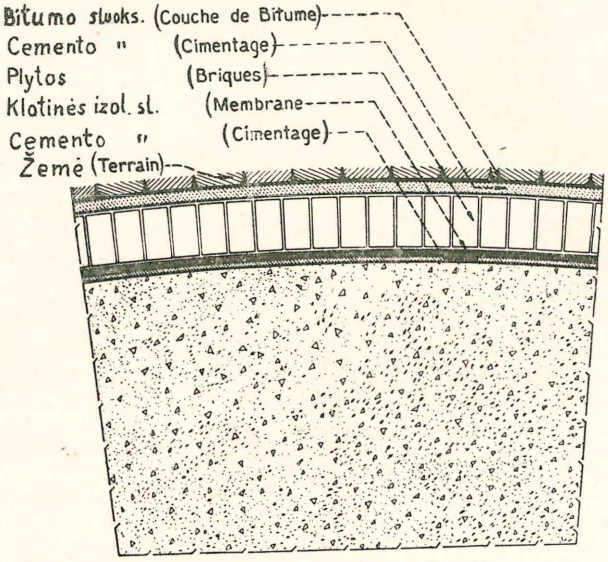
cem. plintusas
cem. izol. sluoksnis (2—3 cm)
betono sluoksnis (8—7 cm)

Sienos apklotos moliu

PASTABA. Sienų moliu geras apklojimas, apsaugojąs nuo nešvarių grunto ir vandens žalingo veikimo, yra naudingas, pageidaujamas.

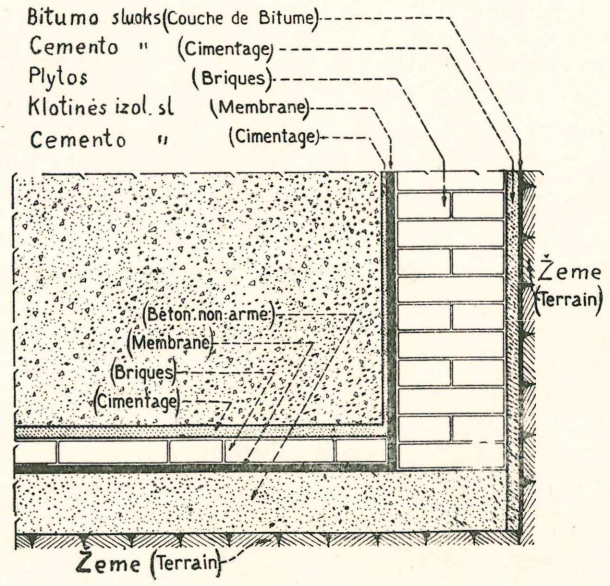
Požeminių galerijų ir tunelių izoliacija.

Požeminių galerijų ir tunelių daromos izoliacijos tvirtumas priklauso nuo gruntinio vandens spaudimo. Čia dažnai esti jungiami visi 3 izoliacijos būdai: skiedininis, teptinis ir klotinis; be to visas galerijos ar tunelio



Antverpeno mieste (Anvers) po Escaut upe statytam (1931—33) važiuotiems tuneliui (Tunnel pour véhicules) atliktos viršutinės izoliacijos vaizdas. Panašią izoliaciją turi šonai ir tunelio apačia.

1224 vaizd.

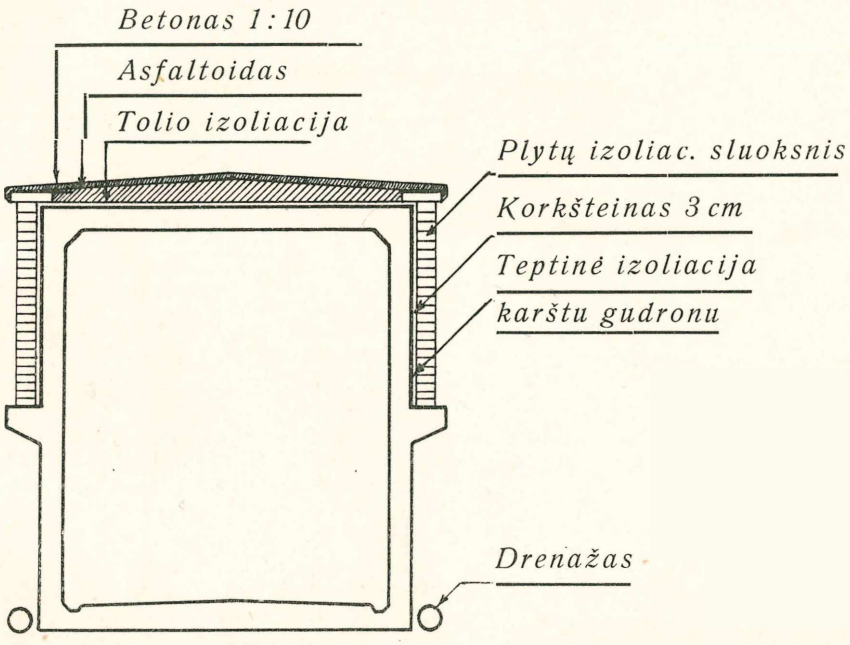


Tam pačiam tuneliui atliktos apatinės ir šoninės izoliacijos vaizdas (piūvis įvažiuojamos rampos vietoje).

1225 vaizd.

išorinis paviršius būna apklojamas dar klinkerinių plytų sluoksniu, $^1/_2$—$^3/_4$—1 pl. storumo, sumūrijant plytas su izoliaciniu skiediniu. Geros izoliacijos pavyzdžiu gali būti Antverpeno miesto važiuotiems tuneliui padaryta izoliacija (žr. 1224 ir 1225 vaizdus).

V. D. U-to Medicinos klinikų požeminės galerijos, gulinčios kietame moliniame grunte iki 4 m gilume, o kai kur iškylančios viršum žemės paviršiaus, per viršutinį humuso, betonui kenksmingą, žemės sluoksnį, turi iš viršaus ir šonų teptinę (karštu gudronu) izoliaciją, toliau šiluminę izoliaciją (iš 3 cm korkšteino), su $^1/_2$ plytos storumo apklodu iš šonų, o iš viršaus padengtą toliu, betonu (1 : 10) ir asfaltoidu su cementinio skiedinio, (1 : 5) 4 cm sluoksnio storumo, užtepimu (žr. 1226 vaizd.).



1226 vaizd.

Be to, kad nutraukti nuo galerijų gruntinį vandenį (žr. 1226 v.), išilgai galerijų yra padėti drenažai, o kai kur drenažas eina ir po galerijų grindimis.

Esamų drėgnų sienų ir grindų nuo drėgmės izoliavimas

Jei senas mūrinis namas yra be pamatų izoliacijos, drėgnas ir kenksmingas žmogaus sveikatai, tai pamatų izoliacija galima padaryti taip: viršum mūro pamato protarpiais apie 1 m iškirsti plytų sieną per 2—3 plytų eiles, iškirstuose protarpiuose pamato viršų išlyginti cementiniu skiediniu; jam išdžiūvus, padėti klotinę izoliaciją arba užlieti asfalto sluoksnį ar ką kitą; viršum izoliacijos užmūryti plytomis su cementu; izoliuotiems protarpiams sutvirtėjus, iškirsti likusius protarpius ir tuo pačiu būdu padaryti izoliaciją, ją sujungiant su jau padaryta. Tuo būdu padaroma visa namo izoliacija.

Seno drėgno trobesio toks izoliavimo darbas yra keblus, sunkus ir brangus, todėl naujus trobesius statant, visada reikia padaryti tinkamą izoliaciją, pamatus išmūrijus.

1937 metais nusakytu būdu buvo padaryta izoliacija V. D. U-to Botanikos sode sodo administracijos apgyventame drėgname name, drėgnumas liko panaikintas, ir namas dabar yra sausas, sveikas.

Jei dėl ko nors drėgnų sienų pamatų šiuo būdu izoliuoti negalima, tai galima pavartoti kitą būdą, būtent: iš vidaus drėgnos patalpos plytų sienas iškirsti nuo pamatų 1 m ar 2 m aukščio (kiek sienoje kyla drėgmė) per $^1/_2$ plytos storio (~ 12 cm), iškirstas vietas išlyginti cementiniu tinku*), jam išdžiūvus, tinkamai padaryti klotinę ar teptinę izoliciją, paskui iškloti izoliuotas vietas tuščiavidurių plytų sluoksniu (~ 8 cm) su cementiniu skiediniu ir mišriu skiediniu užtinkuoti.

Izoliuojamų drėgnų sienų patalpose grindys bus visada nesveikos, grybo (merulius lacrimans) suėstos. Todėl senas grindis reikia išmesti, drėgną, grybu užkrėstą gruntą iš pogrindžių iškuopti, pašalinti; nuvalius, nuplovus ir dezinfekavus atsidengusius pamatus, reikia užpilti sausu smėliu, žvyru ar geriausia šlaku (sluoksnio storis apie 15 cm), viršum padaryti betono skuoksnį (~ 10 cm), ant betono padėti plytinius stulpelius (iš 2-jų eilių gulsčių plytų) ir jau ant jų padaryti grindis, sujungiant pogrindį sieniniais kanalais su patalpomis viršum grindų per plintusus, juose įstatant ventiliacijos varinius tinklelius.

Brangiau, bet tikriau yra kartu su sienų izoliacija padaryti ir pogrindžių izoliaciją ir padaryti grindis, kaip rodo 1227 vaizd.

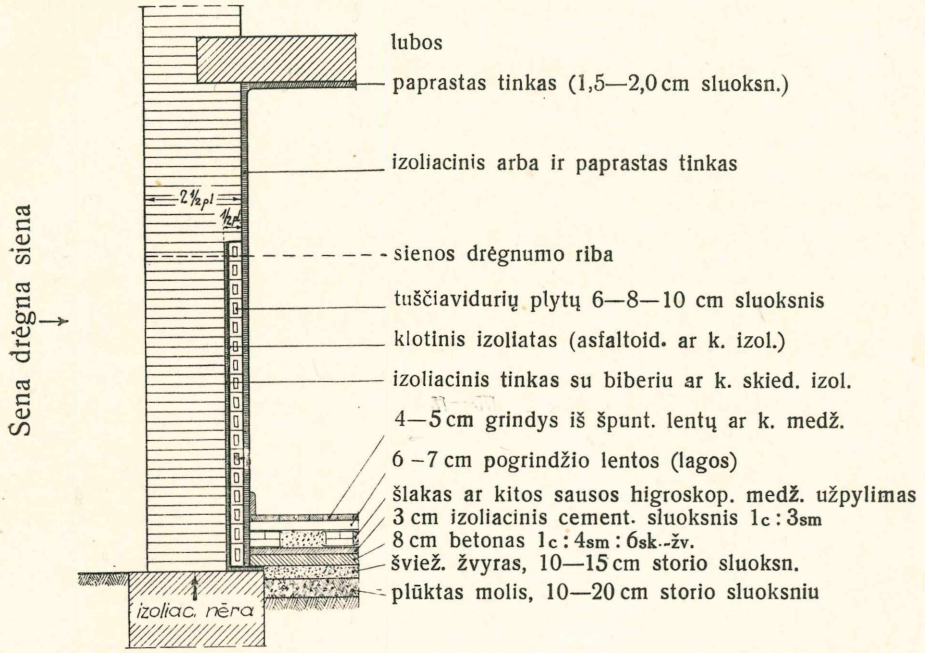
Atlikus nurodytus darbus, senų drėgnų trobesių patalpos pasidaro sausos ir sveikos gyventi.

Galima pavartoti dabar esamas įvairias izoliacines naujoviškas plokštines medžiagas, kaip heraklitas, celoteksas, treteksas, insulitas, solomitas (šiauditas), ksilotektas ir t. t, tada sienos sluoksnio ($^1/_2$ pl.) kirsti nereikia, o tiesiog, patalpos drėgnų sienų paviršius nuvalius, juos nutinkuoti skiediniu izoliatu, viršum izoliacinio tinko išmušti viena iš suminėtų plokštinių

*) Bus tikriau, jei tinką padaryti su įmaišiniu izoliatu (Biber, Aquaîest, Ceresit, Flu resit, Rapido, Tricosal, Castor ir k.).

medžiagų ir gautą jų paviršių ištinkuoti jau paprastu tinku. Šiuo būdu taip pat sienų drėgmė sulaikoma ir jų šiltumas padidinamas.

Drėgnos sienos ir grindų izoliacija.



1227 vaizd.

Šiuo, autoriaus proteguojamu, izoliacijos būdu numatyta panaikinti V. D. U-to studentų bažnyčios (Kaunas, Seimo ir Vilniaus gatvių kampas) rūbinės senų sienų ir grindų kenksmingą drėgnumą. Bažnyčia yra vienuolių senoviškai statyta, jos sienos ir grindys neturi jokios izoliacijos, todėl yra drėgnos.

Jei vietoje senų šlapių grunto pogrindžių padaryti pagal 1227 vaizd. norimus turėti naujus sausus pogrindžius (plūkto molio sluoksnio, sauso smėlio ar žvyro sluoksnio, viršum jo betono sluoksnio su teptiniu cementiniu izoliatu, šlako ar kitos higroskopiškos medžiagos užpylimo), tai atsargos dėliai reikia padėti ir po grindų plytiniais stulpeliais klotinį izoliatą (asfalt. tolį) apačioje ir taip pat užkloti juos izoliatu iš viršaus po pogrindžio lentomis, padarant ir pogrindžio ventiliaciją.

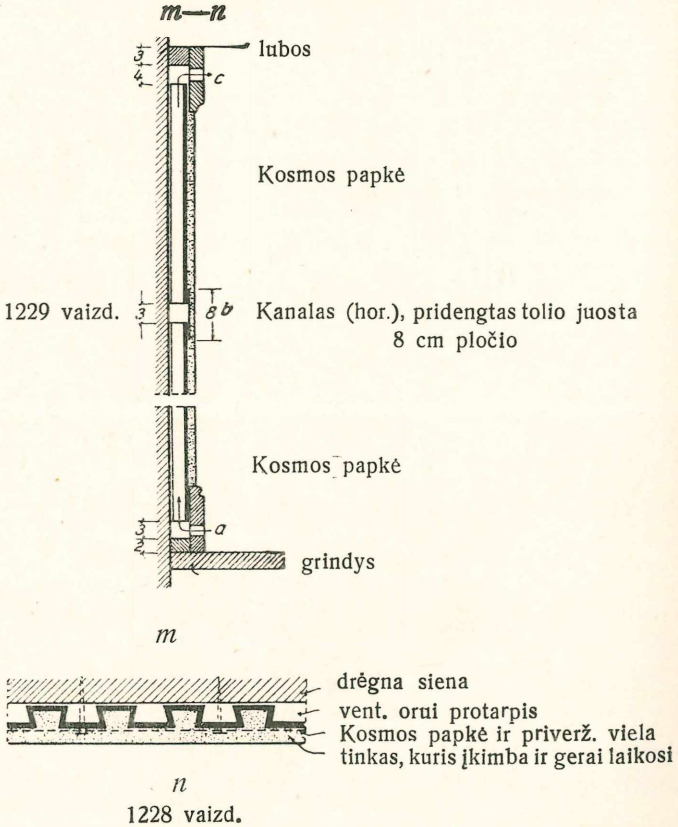
Nuo sienų drėgnumo apsiginti yra daromos ir kitos įvairios kombinacijos iš klotinių, teptinių ir skiedininių (įmaišinių) izoliacijų ir naujoviškų plokštinių apmušalinių izoliatų, arba net tik iš vien pastarųjų.

Yra dar sienų sausinimo ventiliacinis būdas, būtent: drėgnos sienos apklojamos apmušaliniu izoliatu su protarpiu tarp sienos ir izoliato; į tą protarpį oras įleidžiamas per plintusų tinklelius (a) į horizontalų kanalą (3 cm aukščio), iš kurio oras kyla aukštyn ir pakliūva vėl į horizontalų kanalą (3 cm aukščio) ir eina į palubinį horizontalų kanalą (4 cm) ir iš jo į palubį (c) arba geriau tiesiog į ventiliacijos kanalą.

Tam reikalui yra gaminamos specialios medžiagos, pavyzdžiui, lankstyta asfaltinė izoliacinė papkė (Kosmospappe), kurios prie sienos pristiprinimą rodo čia plane ir vertik. piūvyje (m—n) 1228—9 vaizdai.

Kosmos papkė yra prikalama prie sienos cinkuotomis vinimis (8 cm ilgio) per ištemptą, papkę priveržiančią, vielą ir tinkuojama. Sudaroma oro ventiliacija drėgną sieną išsausina.

Asfaltinė izoliacinė papkė (Kosmospappe)

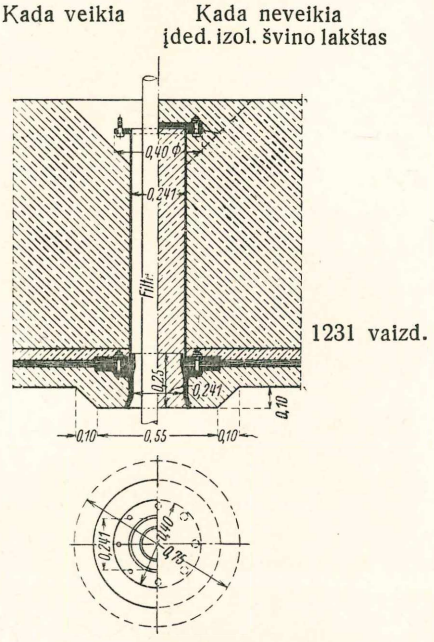


1228 vaizd.

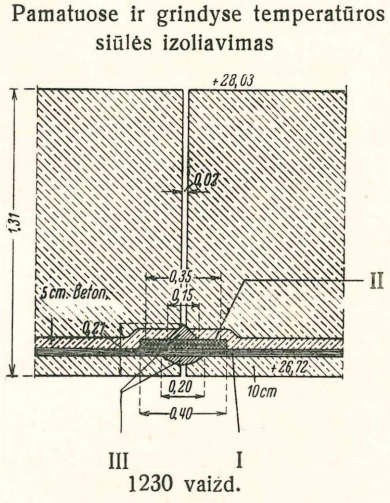
Statant ilgesnius (viršum 20—25 m ilgio) solidiškus pastatus, reikia daryti temperatūrines siūles pamatuose ir sienose, kad pastatui leisti, reikalui esant, tvarkingai deformuotis horizontaliai ir vertikaliai ir išvengti paties pastato kenksmingų plyšių darymosi.

Temperatūrinės siūlės storis pareina nuo pastato ilgio ir pamatų sienų medžiagos, nuo kurių ir priklauso temperatūrinis plėtimasis. Tas storis būna 2—15 mm. Grindų arba pamatų temperatūrinės siūlės nuo vandens gerai izoliacijai padaryti pavyzdys matyti 1230 vaizde. Pamatinė izoliacija dedama ant betono sluoksnio iš 2—4 sluoksnių klotinio suklijuojamo izoliato, po siūle dedamas 2—4 cm asfalto sluoksnis su švino lakštu ir iš pat viršaus ir apačios bitumo užliejimas (žr. 1230 v.).

Būna reikalo grindyse daryti šulininę skylę. Tokios cilindrinės skylės izoliacijos būdas matyti 1231 v.

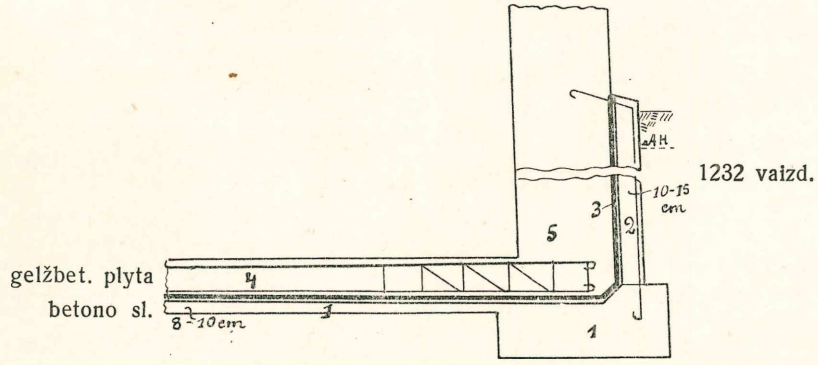


1231 vaizd.



1230 vaizd.

Rūsių izoliacijos darbų tvarka: 1, 2, 3, 4, 5.



1232 vaizd.

2. Teptiniai izoliatai (Schutzanstriche)

(Betono, mūro ir tinko apsaugai nuo drėgmės ir išorinio chemiško veikimo)

Pavadinimas	Gamintojas	Rūšis ir sąstatas	Kiekis
Acosal	Chem. Fabrik Berlin-Grünau	Bitum. skiediniai, pastos ir siūlėms užlieti spec. bitumai	0,5-1,5 kg/m²
Aluminium--Preolit	A. Prée G. m. b. H., Coswig	Užtepant, gaun. elast. plėvelė	0,1 kg/m²
Anol	A. W. Andernach, Beuel a. Rh.	Izol. lakas, šaltai tepamas	0,2-0,4 kg/m²
Aquasol	Gustav A. Braun, Köln, Goebenstr, 12	Bitum. emulsija	1/3 kg/m²
Aristogen	I G. Farbenindustrie, Frankfurt a. M.	Juoda bitum. emulsija, šaltai vartojama	Pagal paviršių ir reikalą
Asphaltbitumenlack HWB	A. W. Andernach, Beuel a. Rh.	Asfaltas, šaltai tepamas, rūgščių nebijąs	0,1-0,2 kg/m²
Awalit	„ „ „ „	Izol. lakas, šaltai vartojamas, Asphaltbitumina, dervatirp. al. sk.	0,2-0,5 kg/m²
Beersolit	C. F. Beer Söhne, Köln, Gentierstr. 25	Izoliac. bitum. tepalas	Pagal reikalą
Bitegol	Th. Goldschmith A. G., Essen	„ „ „	1 kg/5-6 m²
Cowatol I, II, III	Chem. Fabrik, Coblenz-Wallersheim	Vandens nepraleidž. geras skied.	1 kg/3-4 m²
Eurolan	A. Deitermann — G. m. b. H, Datteln i. W.	Apsauginis skiedinys	1/3 kg/m²
Extrol	Chem. Fabrik, Flörsheim a. M.	Apsaug. sk., bitum. emulsija su žemdažiais	0,8 kg/m²
Homogenol Alfa	Franz Versen, Dormund	Apsaug. skiedinys	1/2 kg/m²
Icosit	Paul Lechler, Stuttgart	Kaučuko skiedinys	0,15 kg/m²
Igol I	Sika G. m. b. H., Durmersheim	Grynas bitum. apsaug. sk.	0,3-0,6 kg/m²
Imprägnol	Cem. Fabrik, Flörsheim a. M.	Vaško-riebalų emuls., užakin. sk.	0,3 kg/m²
Industril-Special	Kreblers Asphalt G. m. b. H., Oberhausen Rhld.	Šaltas bitum. sk., dažantis	1/2 kg/m²
Iofirol	Feidner & Fischer Duisburg-Meiderich	Bitumina, apsaug. sk.	1/4 kg/m²
Jolosteen, Insulin	Joh. Lötzin, Hamburg 48, Libigstr. 45	Šaltai vart. bitum. sk.	1/3-1/5 kg/m²
Keratex	Gewerkschaft Keramchemie-Berggarten; Siershahn (Westerwald)	Chlorokaučiukinis skied., įvairių spalvų ir bespalv.	0,3 kg/m²
Liquitol	Kleinberger & Co, Duisburg a.Rh.	Elast. lakasfaltin. apsaug. sk.	0,5-0,6 kg/m²
Pagit	Gustav A. Braun, Köln, Goebenstr. 12	Apsaug. asfaltin. bitum. sk.	1/6 kg/m²
Preolit	A. Prée G. m. b. H., Coswig	Šalt -tirštas bitum. sk.	1/4 kg/m²
Schwarzit	Chem. Fabrik, Flörsheim	Bitum. asfaltin. lakas (aps. sk.)	0,2-0,3 kg/m²
A.W.A. Pulver-Asphalt	A. W. Andernach, Beuel a. Rh.	Asfalto bitumai, malti mineralai, paraguma, asbestas	2 kg/m²
Fixit 2	Wunnersche Bitumenwerke, Unna i. W.	Skysti bitumai	1/2 kg/m²
Fixit 3		Tirštl bitumai (pasta)	1 kg/m²
Gudronit-Dichtungskitt	A. Prée G. m. b. H., Coswig	„Bitumenbasis mit Faserzusatz“	1 kg/m²

Jolosteen-Insulin	Joh. Lötzin, Hamburg	Karšta masė (Teeredelprodukt)	$1^1/_8$ kg/m²
Palesit--Schmelzmasse	Paul Löchler, Stuttgart	Tešlinis bitumas	1 kg/m²
Palesit--Spachtelmasse	„ „ „	„ „	1 kg/m²
Plombit	Zimmer & Co, Berlin-Plötzensee	Asbestinis bitumas	1 kg/m²
Semperfix--Elastic	Krebbers Asphalt G. m. b. H., Oberhausen	Karštas purškimas (Heiss spritzverfahren)	
Supraperlin	Margalit-Gesellschaft, Oberkahsel-Siegkeis	Tepamas ant grunto iš chlorokaučiuko (Schutzanstrich auf chlorkautschukgrundlage)	0,1-0,2 kg/m²

Teptiniai izoliatai gerai pasieks savo tikslą tik tada, kada tepamas ar dažomas betonas, mūras ar tinkas bus švarus, sausas ir patį izoliavimo darbą sąžiningai atliks izoliaciją suprantąs asmuo.

3. Skiedininiai (įmaišiniai) izoliatai

(jie betoną sutankina, užakina ir kai kurie greit sutraukia)

Pavadinimas	Gamintojas ir vieta	Rūšis ir sąstatas	Kiekis
Aqua fest	Heimalol G. m. b. H., Datteln i. W.	Miltai, žemšarmiai, koloidinė SiO_2, riebiarūgštės druskos, vanduo	1 kg/ 1 cem. maišui (50 kg)
AWA-Mörtelzusatz	A. W. Andernach, Beuel a. Rh.	Tešlinė masė, šarmuotos (verseitte) riebiarūgštės ir kalcio junginiai	1 kg/12—20 l vand.
Biber F	Gustav A. Braun, Köln, Goebenstr. 12	Emulsija iš šarmuotų ir nešarmuotų aliejų su baltyminių medžiagų koloidais	7 kg/1 m³ skied. (1c : 3 sm)
Biber W	„	Tešlinė masė iš kalkmuilio su užpild. medž. (Füllstoffe)	15 kg/1 m³ sk. (1c : 3 sm)
Ceresit	Wunnersche Bitumenwerke G. m. b. H., Unna i. W.	Tešla arba milteliai, bituminė emulsija	
Cerinol	A. Deitermann G. m. b. H., Datteln i. W.	Tešla; kalkės, Al_2O_3 ir SiO_2 (gallerartig)	0,32 kg/1 m³ tinko 2 cm storio
Philophor	A. Prée G. m. b. H., Coswig ir Dresden	Pasta	15 kg/1 m³ tinko skied.
Tricosal normal	Chem. Fabrik Grünau, Berlin	Stipras vandens tirpalas iš šarmadruskių su lysalbin- ir profalbinrūgštinėmis druskomis	8,4 kg/m³ sk. arba 84/m² tinko (1 cm storio)
Tricosal S I „ **S III** „ **S 48**	Chemische Fabrik Grünau, Berlin	Greit sutraukiančios medžiagos (Schnellbindemittel)	35-80 kg/m³ sk.

Vandens neprileidžiančios medžiagos (wasserabweisende Stoffe) yra parafinas, vaškas, linų aliejus ir k.; jais dažant, reikia juos vartoti karštus; nuo parafino kai kada betonas gadinasi nuo pūslelių, atsirandančių už pa-

rafino plevelės. Geriausia bus linų karštas aliejus. Akmenims konservuoti vis dėlto yra vartojamas parafino preparatas (Aufgelöstes Parafin) *„Czeremley"*.

Be to, dar yra vartojami tam tikri chemikalai, būtent: ammoniumcarbonat'as, fluatai ($MgSiF_6$ ir P_bSiF_6), silikatas — skystastiklis, kurie betono viršutinio sluoksnio laisvas kalkes paverčia į tvirtą karbonatą, fluatą arba silikatą. Čia daroma betono paviršiaus karbonizacija (Karbonisierung) ir užakinimas išsiskiriančia rūgštimi SiO_2 (drebulinės masės pavidalu).

Magnesiumsiliciumfluorid ir Plumbumsiliciumfluorid būna parduodami stikliniuose induose koncentruotais tirpalais. Retai vartojamas Ammoniumsiliciumfluorid yra perkamas kristalais ir tirpdomas statybos vietoje.

Skystastikliai (Na_2SiO_3 ir K_2SiO_3) veikia silpnai šarmiškai ir todėl jie laikomi paprastai skardinėse, o fluatai reaguoja stiprai rūgštiškai, metalus suėda, todėl jų pavojingi tirpalai laikomi tik stikliniuose balonuose. Fluatais tepant betono paviršius, paviršiai putoja, tinška (braust): fluato laisva rūgštis veikia susidariusias angliarūgštines kalkes ($CaCO_3$), išskiriant angliarūgštę CO_2 ir sudarant kietą calciumfloridą (CaF_2). Fluatai yra nuodingi, o ypač švino fluatas ($PbSiF_6$), jie ėda odą ir užnuodija alsavimo organus, todėl darbininkai turi dėvėti dujokaukes. Yra ir gatavai paruošti fluatų preparatai, jie mažiau pavojingi (žr. lentelę).

4. Izoliatai, kurie betono paviršių chemiškai veikia, jį keičia, sustiprina ir užakina, yra šie:

Pavadinimas	Gamintojas ir vieta	Rūšis ir sudėtis	Kiekis
Fluat-Grünau	Chem. Fabr. Grün, Berlin—Grün	Keslerio fluatas (Kesslerisches Fluat)	0,2-0,3 kg/m²
Laosin	Gustav A. Braun, Köln, Goebenstr. 12	Keslerio fluatas (Kesslerisches Fluat)	~ 1/4 kg/m²
Neocosal	Chem. Fabr. Grünau, Berlin—Grünau	Vandenį atstumiąs tepalas (iš žemvaškinių medžiagų)	0,2-0,5 kg/m²
Purigo	Sika G. m. b. H., Durmersheim, Baden	Fluatas, mėlyni kristaliniai milteliai	0,1-0,15 kg/m²
Lapidin	C. F. Beer & Söhne, Köln, Gentierstr. 25	Fluatai	Pagal reikalą
Murolineum	Droese-Fischer, Berlin SW. 11		
Pedranit	Heimalol G. m. b. H., Datteln i. W.		
Tutorol	Dr. Haller & Co, Hamburg		
Perfax	Henkel & Cie, Düsseldorf	Dulkiajungis skystis, natrio skystastiklis (Na_2SiO_3) (Staubverbinderndes Tränkungsmittel)	
Perfax K	„ „	„ „ kalio skystastiklis (K_2SiO_3)	

Mašinoms statyti pamatai.

Mašinų pamatams konstruoti yra praktikos duotos formulės (žr. Handbuch für Eisenbetonbau, vierte auflage IV B. S. 429; Berlin, 1936).

1) Pagal E. W. Roberts'ą turime:

reikalingas pamato svoris $G\,kg = K \cdot M \cdot \sqrt{n}$, kur K — koeficientas (žr. lentelę),

M kg — mašinos svoris,

n — apsisukimų skaičius per 1 minutę.

Vertikalioms mašinoms:

K = 0,130,	kada	4 cilindrų	gazomotoris
K = 0,150,	„	3 cilindrų	„
K = 0,175,	„	2 cilindrų	„
K = 0,177,	„	4 cilindrų	dizelmotoris.

Horizontalios dizelmotorinės mašinos:

K = 0,300,	kada	1 cilindro	mašina
K = 0,240,	„	2 cilindrų	„
K = 0,230,	„	3 cilindrų	„
K = 0,225,	„	4 cilindrų	„

2) Amerikono E. Ninde (labiausiai tinka Corliss'o garo mašinoms) formulė.

Pamato bendras aukštis (amer. pėdais) apskaičiuojamas:

$H = \frac{K \cdot D}{4} + 3$, kur K — koeficientas, prigulmingas nuo garo cilindre spaudimo, yra imamas iš lentelės, kurioje *p* yra garo spaudimo skirtumas tarp į garo mašiną įeinančio garo absoliuto spaudimo ir iš jos išeinančio garo spaudimo (svarais į 1 □ colį)

p=	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200 sv./1□″
K=	0,895	0,938	0,980	1,02	1,06	1,10	1,13	1,17	1,20	1,24	1,27

Tikslesnį matematišką mašinoms pamatų skaičiavimą reikia žiūrėti O. Mund - O. Colberg: Stützmauern u. Grundbau. Vierte Auflage, S. 425—9; Berlin, 1936.

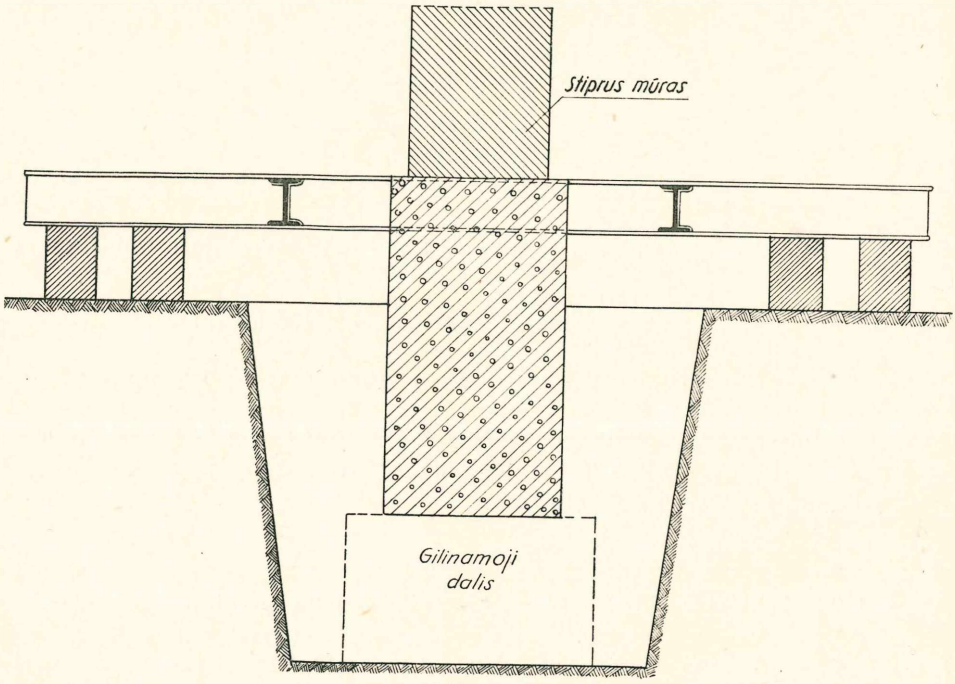
PASTABA: 1 sv./1□″ = 0,063 kg/cm²; 1 kg/cm² = 15 sv./1□″.

Pamatams gilinti ir remontuoti priemonės.

Pamatus reikia gilinti, kada jie negiliai uždėti, peršąla, arba gruntas neišlaiko, pamatai deformuojasi, trobesio sienos plyšta. Pamatai būna gilinami ir tada, kada norima berūsiniame trobesyje įrengti rūsius. Pamatų pagilinimą arba šiaip jau atnaujinimą reikia daryti protarpiais apie 1 m, pakasant kiek reikia gruntą ir užmūrijant ar užbetonuojant pakastoje vietoje naują pamatui dalį, paprastai platesnę už esamą pamatą. Taip pat protarpiais reikia daryti pamatų gilinimą, kada norima po esamu pastatu įrengti naujus rūsius.

Pamatus gilinant, dažnai esti naudinga sumažinti į juos sienų viršutinį spaudimą, dedant po sienomis skersines geležines balkes ant ilginių medinių, gulinčių ant žemės, kaip parodyta 1233 vaizde. Tarp po sieninių gelžbalkių įspraudžiami geležiniai ar mediniai skersiniai, kad gauti sienoms neslankią, standesnę atramą.

Pamatus gilinant, sienų spaudimo palaikymas balkėmis.

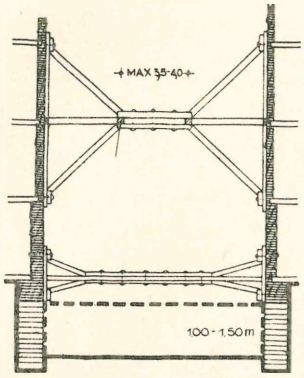


1233 vaizd.

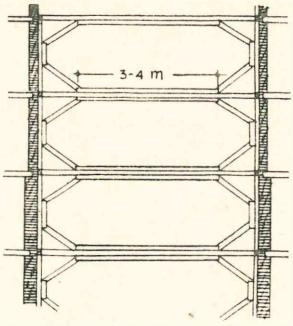
Pamatų sutvirtinimo ir pagilinimo darbai yra labai pavojingi pastatui ir žmonėms, todėl reikalinga juos labai atsargiai vykdyti ir vartoti tvirtas išrėmimų konstrukcijas atkasams, pamatams ir sienoms laikyti, kaip 1234—8 v. v. parodyta.

Tvirtų išrėmimų konstrukcijos.

Kada tarp dviejų trobesių reikia daryti požemines patalpas slėptuvėms arba sandėliams, tai sienos išremiamos vertikaliai pagal pavyzdžius, kaip rodo 1234—5 vaizdai.



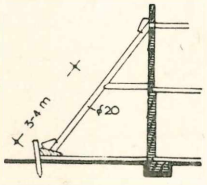
1234 vaizd.



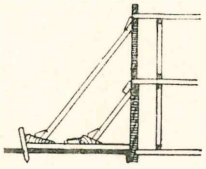
1235 vaizd.

Horizontalūs sienų išrėmimai daromi panašiai vertikaliems.

Kaip paskiras sienas reikalinga paremti rodo 1236—7 vaizdai.

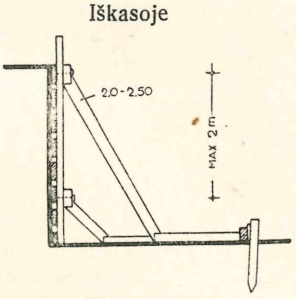


1236 vaizd.

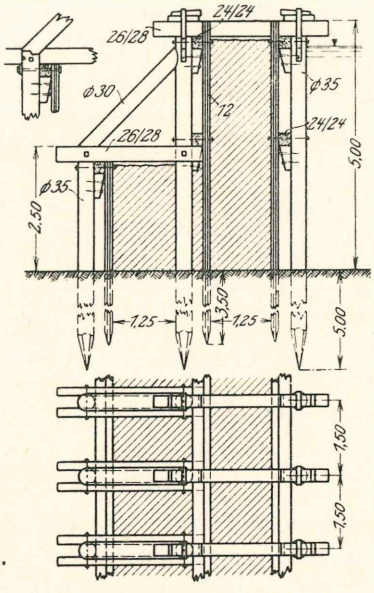


1237 vaizd.

Kaip nuo žemės užgriuvimo atsilaikyti ir nuo gilaus vandens atsitvenkti rodo konstrukcijų pavyzdžiai, duodami 1238—9 vaizduose.



1238 vaizd.

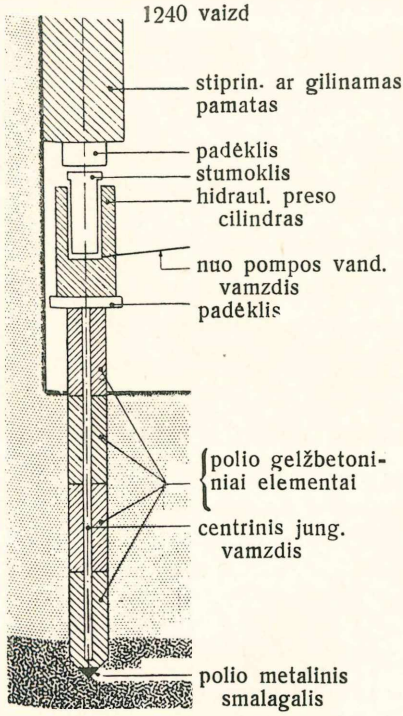


1239 vaizd.

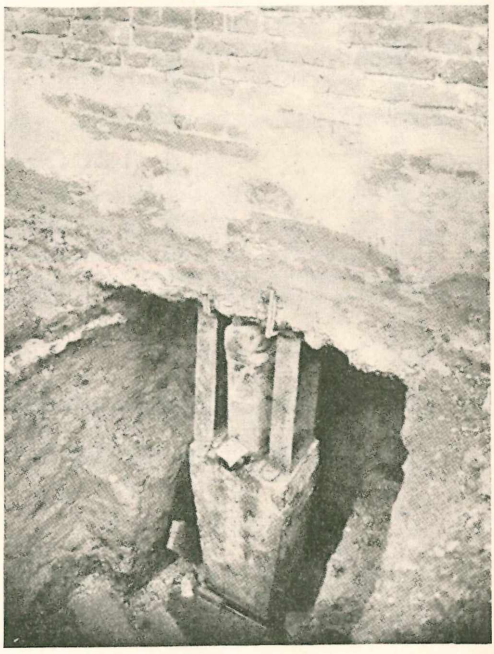
Pamatams gilinti ir tvirtinti Méga polis.

Méga polis susidaro iš atskirų gelžbetonio elementų, ramiai įspaudžiamų į gruntą hidraulinio preso (domkrato) pagalba ir susijungiančių tarp savęs centriniu vamzdžiu. Vandens spaudimas daromas paprasta pompa. Polio galas turi metalinį smailagalį.

1240 vaizd



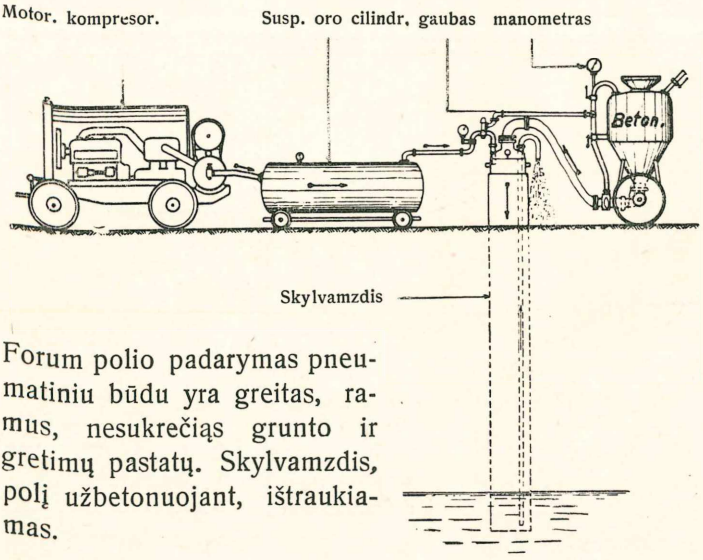
Sienai paremti įpresuotas Méga polis 1241 v.



Polio našumas yra hidr. domkrato į paskutinį elementą spaudimo pusė ($Q = {}^1/_2 \cdot P$).

Pamatams gilinti ir tvirtinti pneumatinis Forum polis.

Forum polis būna betoninis ir gelžbetoninis. Jis betonuojamas vietoje per skylvamzdį. Įgręžus skylvamzdį, uždedamas gaubas su 3 vamzdžiais: orui, betonui ir išspaudž. vandeniui.



Johny betonui aparatas

1242 vaizd.

Prieš betoną dedant, vanduo iš skylvamzdžio susp. oru per vamzdelį išspaudžiamas viršuje į orą.

gruntinis vanduo

Forum polio padarymas pneumatiniu būdu yra greitas, ramus, nesukrečiąs grunto ir gretimų pastatų. Skylvamzdis, polį užbetonuojant, ištraukiamas.

TURINYS

Puslapiai

STATYBOS II Tomo apibrėžimas ir įžanga . . . . . 273—276

II ŽEMĖS DARBAI

A. Gruntų rūšys ir joms kasti atitinkami įrankiai
1. Skysti gruntai . . . . . 277— 8
2. Minkšti gruntai 279
3. Puskiečiai . . . . . 279—280
4. Kietos uolos . . . . . 281—282

B. Gruntų kasimo darbo mechaninis apibūdinimas ir kaina
1. Žmogaus darbo ir sprogstamosios medžiagos atliekamo darbo našumas 283—288
2. Grunto transportacijos būdai:
a) Grunto aukštyn kėlimas . . . . . 288—289
b) Grunto horizontalus permetimas 290
c) Grunto vežimas vienračiu . . . . . 290—291
d) Grunto vežimas dviračiu, arba vienašiu apverčiamu vežimu . . 291
e) Vagonetėmis ant bėgių 292

D. Planavimas ryšium su trobesiniais pastatais . . . . 293—295

E. Pamatams guolių, kanalizacijai tranšėjų ir požeminių galerijų bei tunelių kasimas . . . . . 295—302

F. Platesnių statybos vietų nusausinimas . . . . . 303—306

III PAMATAI (FUNDAMENTAI)

A. Gruntų tyrimas
1. Paprastos duobės kasimas . . . . . 307—308
2. Čiupu gruntų apčiuopimas 308
3. Gruntų tyrimas žemės grąžtais . . . . . 308—317

B. Gruntų našumas
1. Grunto našumui tirti būdai
a) Krentančio kūno į žemę smegimu 318
b) Instrumentais mėgintuvais . . . . . 319—321
c) Betarpišku grunto apkrovimu . . . . . 322—324
d) Polių kalimu . . . . . 324—330

2. Gruntų popamatinio atsparumo diagramos ir bendras užkastų pamatų grunto atsparumas
a) Popamatinio grunto atsparumo diagramos . . . . . 330—332

Puslapiai

b) Pamatų gilumas pagal gruntų rūšį . . . . . 333—335
c) Užpiltų pamatų bendras grunto atsparumas . . . . . 335—340
d) Pamatams dėti gruntų leidžiamas atsparumas, duodamas lentelėje 340
e) Įvairių gruntų su įvairiais pamatų paviršiais trinties jėgos dydžio duomenys . . . . . 340—341
f) Gruntų struktūra 342

C. Pamatų (fundamentų) ir jiems pagrindų konstrukcijos

Bendras apibūdinimas 343
Pamatų ir pagrindų konstrukcijos 343
Statybos vietoje pamatų paženklinimas (išmušimas) 344
Pamatams dėti apsitvėrimai nuo žemės slenkimo ir nuo gatvės 345
Pamatai (fundamentai), esant geriems ir blogiems gruntams, jų tipai ir skaičiavimai . . . . . 346—352
Atsitvenkimas nuo vandens . . . . . 352—353
Darbo metu dažnūs reikalingi nukrypimai nuo pamatinio projekto. Pavyzdžiai: V.D. U-to Botanikos sode (Kaune) gelžbetoninės palminės koloniniai pamatai (statyta 1937) ir Pagėgių lietuvių gimnazijos (Duonelaičio gimnazijos) pamatai . . . . . 354—356

Pamatai (fundamentai) su šulininiais pagrindais

Šulininių pagrindų bendras apibūdinimas, iš ko jie daromi ir kokios formos esti, kas tai yra paprastas šulinis (leidžiamas į gruntą paprastu žemės iš vidaus kasimu ar sėmimu) ir šulinis-kesonas (leidžiamas į gruntą suspausto oro pagalba) . . . . . 357—360
Šulinių skaičiavimas, šulinių ir kesonų konstrukcijų detalės, kesono žambui skaičiuoti nurodymai, šulininių ar kesoninių darbų jungimas su grunto cementavimu panašiai poliniams pagrindams ir, šulinius leidžiant, gruntui kasti ir semti prietaisai . . . . . 360—368

Kesoniniai darbai

Kesoninių darbų sunkios sąlygos, jų pavojingumas, reikalingas atsargumas 369
Medinis kesono tipas 370

Šulinių ir kesonų transportavimas į jų pastatymo vietą . . . . . 370—371

Darbams akmens medžiagos ruošimas 371

Geležinis kesonas su trilype darbams kamera . . . 372—374

Plaukiantis kesonas 374

Kesoninių darbų atsiradimas (senovės graikų apvožtos povandeninės statinės, pranc. inž. Triger šachta — 1841, anglo Pott pneumatinis polis — 1843) ir narūnai (narūno rūbai su skafanderiu) ir oro padavimas . . . . . 374—376
Prancūzų daryti kesoniniai pamatai tiltams per Tisos (Thiss) upę prie Čegedino Vengrijoje (1857), per Reino upę Kölne (1859) . . . . . 376—377
Kaune per Nemuną geležinkelio tilto kesoniniai taurai ir ramtai (1859—61) 378
Kesono detalės ir darbų vaizdas 379

Puslapiai

Kesono gilumas grunte, vandenyje ir aukštis viršum vandens, grunto gręžimo profilis 380
Kesoninių darbų atlikimas 381
Pagrindų dėjimas grunto užšaldymo būdu . . . . . 382—388
Pamatui grunto sukietinimas cementavimo būdu . . . . . 389—390

Polių kalimo darbai

Mediniai poliai (nusmailinimas, viršaus ir apačios apkaustymas, polių sudūrimas, kalimui meška ir pameškė, rankinis kalimas be kaltuvo ir su kaltuvu, motorinis kalimas . . . . . 390—396
Įžambus kaltuvas 397
Kalimas su paplovimu . . . . . 397—398
Garinis kaltuvas („Menck Hambrock" firmos . . . . . 398—399
Įgręžiami poliai 400
Medinių polių patvarumas . . . . . 400—401

Spraustinių sienelių kalimas

Spraustinių (špuntpolių) profiliai 401
Spraustinių kalimui parengimas ir kalimas po 1 ir 2 lenti 402
Medinių spraustinių sienelių ir jų kampų konstrukcijos 403
Tieslinių polių (маячные сваи) sukalimas 404
Paprastų lentinių sienelių kalimas stačiai ir įžambiai (940 ir 942 v.v.) . 404—405
Kalimas su paplovimu (939a) ir špuntpolių rovimas 405
Universalus kaltuvas (Demag A.G.) 405
Medinių špuntpolių praktiški dydžiai ir jų skirtingas nusmailinimas kalti į minkštą ir kietą gruntą 406

Geležiniai (=plieniniai) špuntpoliai

Įvairūs profiliai ir iš jų sukalamos špuntinės (sąkabinės) sienos, vientisės ir dvigubos . . . . . 407—409
Dažniau vartojami profiliai Larssen, Hoesch, Klöckner, Krupp, Rote Erde ir jų dydžiai, svoris, atsparumas . . . . . 410—412
Plieno špuntpoliams kalti vestuvas, gaubas, glausčiai . . . . . 413—414
Plieno poliai (plienpoliai) kalti kaltuvai ir poliaroviai . . . . . 415—416
Plieno lentos (plienlentės) 417

Gelžbetoniniai poliai

Gelžbetonio poliams ir špuntpoliams kalti elastiški gaubų tipai 418
Gelžbetonio špuntpolių kalimas su paplovimu 418
Gelžbetonio špuntpolių konstrukcijų pavyzdžiai . . . . . 419—420

Gelžbetonio polių įvairumai

a) Įkalami poliai (Hennebique, Considère, Wayss & Freytag, Christiani & Nilsen, Philipp Holzmann, R. Wolle, Züblin ..... Concrete Steel Comp. New York) . . . . . 421—426

b) Gelžbetonio poliai, betonuojami grunte (Strauss, Simplex, Aba-Lorenz, Franki, Wilhelmi, Frankignoul, Peerless, Ridley, Gau (=Gow), Wolfsholz, ... Janssen) . . . . . 427—442
Spangenberg'o ir O. Colberg'o plūktuvai 428
Statybos vietoje grunte betonuotų polių kėlimo jegos Q skaičiamas . . . . . 443—444

Puslapiai

c) Polių apsauga

Medinių polių apvilkimas gelžbetonio 5 cm sluoksniu, apdėjimas Torkretbetonu, gelžbetoninių polių impregnavimas, betono poliams geležinis apvalkalas (Ackermann), gelžbetonio poliams bituminis padengimas su skard. apvalkalu (Dyvidag-Schleuderbeton) arba vien skardinis apvalkalas (Stern, Kafka), teleskopinės formos išmaunamas vamzdis (Raymond) . . . . . 445—448

Vietoje betonuojamų polių grunte skylėms daryti ir joms užbetonuoti Stern'o mašina ir pamato su pagrindu iš Stern'o polių pavyzdys . . . . . 449—450

Betono darbai

Betono granulometrija, proporcija, vandens kiekis (sutrauktai) 451
Betono maišymas rankinis ir mašininis (sutrauktai) 452
Betono deformacijos nuo kietėjimo, temperatūros (sutrauktai) 452
Betonui leistinas šlyno (molio) priemaišų kiekis . . . . . 452—453
Betono temperatūrą, svoris, kietėjimas, šalčio metu betonavimas, suplūkimas, vibravimas, vibratorių tipai . . . . . 453—459

Betonui gaminti, vežti, kelti, paduoti prietaisai ir įrengimai . . . . . 460—463
Horizontalios ir vertikalios betonpompės . . . . . 464—466
Betonavimas po vandeniu . . . . . 467—468

Cemento kietėjimas ir jo kiti savumai

Cemento gaminimo proceso sutrumpinta schema ir kietėjimo proceso eiga . . . . . 469—471

Kiti cemento savumai, priklausą nuo tirpstančių įvairių druskų (stingimas ir kietėjimas pasigreitina ar susilėtina, betono tvirtumas didėja ar mažėja, galimumas dirbti prie šalčio ir k.) . . . . . 471—474

Betono kenkėjai

Bazės (natrio ir kalio šarmai, amoniakas, salmijakas, kalcio hidroksidas, bario ir stroncio hidroksidai, šarminiai vandenys (NaOH, KaOH), vanduo su soda (Na_2CO_3), potašu (K_2CO_3), su Na_2SO_4, su $FeCO_3$, su CO_2 ir k. . . . . 474—475

Rūgštys [neorganinės HCl, H_2SO_4, HNO_3. SO_2, fosforo rūgštis, H_2S, CO_2, chloro vanduo HCl(OH), bromo vanduo HBr(OH), HJ, HF ir k.], organinės rūgštys [actarūgštė, pieno rūgštis, skruzdžių rūgštis, kailiaraugė rūgštis, formaldehidas (skruzdžių aldehidas), rūgimo skysčiai (rūgstaskysčiai), vaisių sultys, vyninė ir oksalinė rūgštys, alkoholis, glicerinas, aliejus] . . . . . 475—477

Bandymų rezultatų pavyzdžiai . . . . . 477—479

Atsirandąs betone gipsas ($CaSO_4$), veikiąs cemento CaO ir Al_2O_3 ir su $30 \cdot H_2O$ kristalizuodamasis į kalciumaluminiumsulphat'ą — cemento baciles, kečiasi ir sprogdina betoną; kenksmingi — kalio, natrio, amonio, kalcio, vario, magnio, geležies ir k. sulfatai . . . . . 479—480

Praktikos apsireiškimų pavyzdžiai . . . . . 480—483
Pastolių nuėmimo laikas, naujų pastatų griuvimo priežastys ir pasekmės 484—486

Puslapiai

Izoliacija

Klotiniai izoliatai, pamatų izoliacija 487
Rūsių izoliacijos būdai, grindų izoliacija . . . . . 488—493
Klinkerinė izoliacija nuo vandens, rūgščių ir druskų . . . . . 494—498
Rūsinių ir berūsių patalpų izoliacijos palyginimas 499
Tunelių ir požeminių galerijų izoliacija . . . . . 500—501
Esamų drėgnų sienų ir grindų nuo drėgmės izoliavimas (drėgnų trobesių sveikais gyventi padarymas) . . . . . 502—503
Sienų sausinimo ventiliacinis būdas (asfaltinė izoliacinė papkė ir k.) . . 504
Temperatūrinių siūlių izoliavimas grindyse (taip pat ir pamatuose) . . 505
Rūsių izoliacijos darbų tvarka (1232 v.) 505
Teptiniai izoliatai . . . . . 506—507
Vandens neprileidžiančios medžiagos (Wasserabweisende Stoffe) 507
Skiedininiai izoliatai . . . . . 507—508
Izoliatai, kurie betono paviršių chemiškai veikia, jį keičia, sustiprina ir užakina 508
Mašinoms statyti pamatai 509

Pamatams pagilinti ir remontuoti priemonės

1) Laike darbų sienų spaudimo į pamatus sulaikymas 510
2) Tvirtų išrėmimų konstrukcijos trobesių sienų ir iškasų sienelių nuo griuvimo sulaikymui 511
3) Nuo aukšto vandens tvirtas atsitvenkimas 511

Pamatams gilinti ir tvirtinti polių vartojimas

Mėga elementinis polis, hidraul. domkratu palaipsniui ramiai į gruntą įgilinamas 512
Forum polis, kuris yra daromas įgręžtame metaliniame skylvamzdyje, iš jo pašalinus gruntą ir vandenį, paduodant betoną pneumatiniu būdu Johny aparato pagalba ir taip pat pneumatiniai ramiai jį užbetonuojant 512

PANAUDOTA LITERATŪRA

1. *Brennecke-Lohmeyer:* Der Grundbau. Vierte Aufl. B. I Berlin 1927.
2. *Brennecke-Lohmeyer:* Der Grundbau. B. II Vierte Aufl. Berlin 1930.
3. *Brennecke-Lohmeyer:* Der Grundbau. B. III Vierte Aufl. Berlin 1934.
4. *Brennecke-Lohmeyer:* Der Grundbau. Fünfte Aufl. I B. 1 Teil. Berlin 1938.
5. *O. Mund* u. *O. Colberg* (Handbuch für Eisenbetonbau): Stützmauern, Grundbau. Vierte Aufl., Vierter B. Berlin. 1936.
6. *Dr. Ing. Heinrich Dörr:* Die Tragfähigkeit der Pfähle. Berlin 1922.
7. *O. Lienau, E. Marquardt, F. W. Otto Schulze* und *B. Kressner:* Wasserbau und verwandte Anwendungen. Vierter B. des Handbuches für Eisenbetonbau. Dritte Auflage. Berlin. 1926.
8. *Проф. Гофманъ:* Строительное искусство. Riga.
9. *Dipl. Ing. Johs. Hentze:* Wasserbau. Leipzig u. Berlin. 1937.
10. *Dr. Richard Grün:* Der Beton. Zweite Aufl. Berlin. 1937.
11. *Graf* u. *Goebel:* Schutz der Bauwerke gegen chemische u. physikalische Angriffe. Berlin. 1930.
12. *Spurny:* Zur Kenntnis zementgefährlicher Böden. Geologie u. Bauwesen. Heft 1, März 1936.
13. *Ostendorf:* Betonzerstörung und ihre Abwehr. Bautechnik 1929 Heft 28.
14. *Hildebrandt:* Der heutige Stand der Silofutterbereitung. Zement. 1930 S. 709 Abb. 6.
15. *Scheffer:* Die Aufgabe der Chemie bei der Silofutterbereitung. Angewandte Chemie. 1936. S. 686.
16. *Poulsen:* De la compacité du béton et de sa résistance aux agents chimiques.
17. *Calamé* u. *Beck:* Ölbehälter aus Beton. Zement 1920 S. 517.
18. *Richarz:* Winterarbeiten im Bauwesen. Tonind. 1929. N 19.
19. Žurnalai: Bauingénieur, Bautechnik, Beton u. Eisen, Bauzeitung ir k.
20. Hoch- und Tiefbau, Schweiz. Baumeisterzeitung vom 25 März 1933.
21. V. D. U-to Techn. Fak. žurn. Technika.
22. L. Inž. Draugijos žurn. Technika ir Ūkis.
23. *Проф. Курдюмовъ:* Краткій курсъ основаній и фундаментовъ. 1897.
24. *Otto Frick* und *Karl Knöll:* Die Konstruktion von Hochbauten. 1930.
25. *Benzel:* Gründung v. Hochbauten.
26. *R. Schindler:* Handbuch des Hochbaues.
27. *Prof. Schmidt:* Handbuch des Hochbaues. 4 Teile.
28. Deutsche Reichsbahn- Gesellschaft: Vorläufige Anweisung für Abdichtung von Ingenieurbauwerken (AIB). Berlin. 1933.
29. Šaltiniai, išvardinti pačiame tekste, ir kiti.

Korektūros ir spaudos pastebėtos taisytinos paklaidos.

Puslapis	Eilutė iš virš.	Eilutė iš apač.	Atspausdinta	Reikia
292	5		t m/min	t min.
„	9		(60 m × 8)	(60 min. × 8)
310	1		Bangrundsträhigkeit	Baugrundsträhigkeit
318	16		$= \mu \cdot p_E$	$= \mu \cdot p_E$
„	18		$= r \cdot h \cdot tg^2(45^0 - \varphi/_2)$	$= \mu \cdot h \cdot tg^2(45 - \varphi/2)$
320	21		Balastungszeit	Belastungszeit
„		12	kairiajame	dešiniajame
324		6	P_E	p_E
„		18	cont	const.
329			ilgis Pt: bendras m / žemėje m / svoris	ilgis Pt: bendras m / žemėje m / svoris
330	3		$Q = {}^1/_4 \cdot \frac{120}{8/20} \cdot \frac{0,92}{0,9+0,5} = 40,5t$	$Q = {}^1/_4 \cdot \frac{120}{8/20} \cdot \frac{0,9^2}{0,9+0,6} = 40,5t$
„	16		$\pm \frac{Q+G}{\frac{1 \cdot b^2}{6}}$	$\pm \frac{(Q+G) \cdot e}{\frac{1+b^2}{6}}$
338	9		$+ \frac{\tau_{to-t} \cdot P \cdot (t - t_o)}{f}$	$+ \frac{\tau_{to-t} \cdot P\,(t - t_o)}{f}$
339	5		$= 15\,t/m^2 \cdot 24\,t/m^2 + \ldots$	$= 15\,t/m^2 + 24\,t/m^2 + \ldots$
340	11		$p = 0,68 + 0,046\,a\,h$	$p = 0,68\,a + 0,046\,a\,h$
342	11		pintelinė.....diumzlinės	pintinelinė.... drumzlinės
347		1	$\sigma_b \geqslant \frac{Q\,kg}{b + 2\,h\,Tg\,\varphi}$	$\sigma_b \geqslant 3\,Tg^2\,\varphi \cdot \frac{Q\,kg}{b + 2h\,Tg\,\varphi}$
349		9	ne ger	ne per
364	6		žambiu	žambui
„		4	r_b	σ_b
369	20		$0,1^{at} \times = 0,6^{at}$	$0,1^{at} \times 6 = 0,6^{at}$
381		15	17 m	10 m
„		21	VH)	(VH)
„		22	— 115 cm	— 115 cm,
450	3		1038 vaizd.	1115 vaizd.
464		3	Stahndort'e	Stahndorf'e
„		7	57 l/kg cem	57 l vandens 100 kg cem.
„		9	270 kg cm^r	270 kg/cm^2
485		18	jų	jo